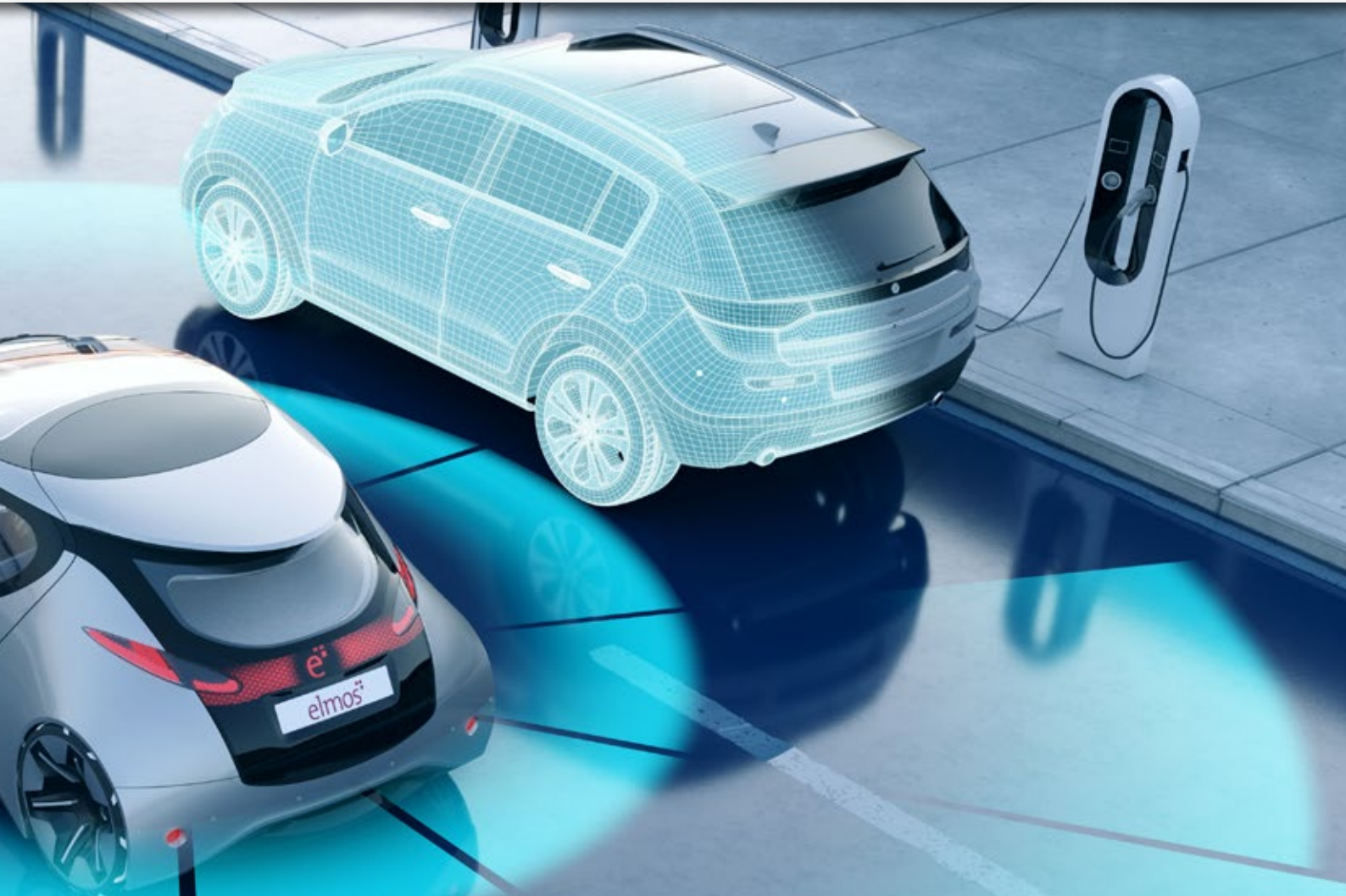


NMWP

Magazin für Nanotechnologie, Mikrosystemtechnik, Neue Werkstoffe, Photonik und Quantentechnologien

in Kooperation mit
automotiveland.nrw



Schlüsseltechnologien im Automobil der Zukunft

News aus dem Cluster NMWP.NRW und dem Verein NMWP E.V.



High-Tech aus Nordrhein-Westfalen für innovative Mobilitätslösungen von morgen.

NMWP.NRW und automotiveland.nrw im Gespräch mit NRW-Wirtschaftsministerin Mona Neubaur

Seite 14



Chiptechnologie und Digitalisierung sind wichtige Impulsgeber für aktuelle Herausforderungen.

NMWP.NRW im Gespräch mit Professor Dr.-Ing. Peter Burggräf, IPEM, Universität Siegen.

Seite 18

Wir ermöglichen Innovation. Überall.

Technologien sind in einem hochindustrialisierten Land wie Deutschland nicht nur Grundlage für Wohlstand, sie verändern die Gesellschaft. Sie bringen in wichtigen Bereichen unseres Lebens Innovationen hervor, aus denen sich neue Lösungsansätze für die großen Herausforderungen unserer Zeit, wie zum Beispiel den Klimaschutz und die Energieversorgung, ergeben.

Der **Landescluster NanoMikroWerkstoffePhotonik.NRW (NMWP.NRW)** ist anerkannter Partner von Wirtschaft, Wissenschaft und öffentlicher Hand für innovationsfördernde Dienstleistungen im Bereich High-Tech sowie den Schlüsseltechnologien Nanotechnologie, Mikrosystemtechnik, Neue Werkstoffe, Photonik und den Quantentechnologien.

NRW ist im Hinblick auf diese fünf Schlüsseltechnologien sehr stark aufgestellt. Sein bundesweiter Spitzenplatz stützt sich unter anderem auf eine sehr hohe Dichte an Unternehmen und Instituten – einen erfolgreichen Mix aus Mittelstand, Großunternehmen und Forschung – eine hohe Innovationsgeschwindigkeit, die durch eine gute Vernetzung begünstigt wird.

Da alle fünf Schlüsseltechnologien auch Querschnittstechnologien sind, unterstützt und vernetzt der Cluster NMWP.NRW Akteure entlang der kompletten Wertschöpfungskette aus sämtlichen Leitmärkten. Die Vernetzung entsteht zum Beispiel über die gemeinsame Teilnahme an Messen und die Durchführung verschiedener Veranstaltungen.

Ergänzt wird der Cluster in seiner Arbeit vom **Verein NanoMikroWerkstoffePhotonik (NMWP e.V.)**. Im April 2012 gegründet, unterstützt er seitdem seine Mitglieder aktiv in der Entwicklung neuer Ideen, Projekte und Partnerschaften in den Bereichen Nanotechnologie, Mikrosystemtechnik, Neue Werkstoffe und Materialien, Photonik und Quantentechnologien. Zu den Mitgliedern zählen Universitäten, Großunternehmen sowie auch Vertreter von KMU.

NMWP.NRW und NMWP e.V. agieren als Innovationstreiber und leisten einen elementaren Beitrag zur Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen und Forschungseinrichtungen aus NRW im internationalen Umfeld und präsentieren Nordrhein-Westfalen als attraktiven, nachhaltigen und effizienten Wirtschaftsstandort. ■

Impressum

Herausgeber

Cluster NMWP.NRW
c/o NMWP Management GmbH
Merowingerplatz 1
40225 Düsseldorf

Telefon: 0211 385459-0
Telefax: 0211 385459-19
Internet: www.nmwp.nrw.de
www.portal.nmwp.de
www.verein.nmwp.de

Redaktion

Dr.-Ing. Harald Cremer
Hendrik Köster (v.i.S.d.P.)
André Sarin

Umsetzung

NMWP. The Innovation Engineers.

Unentgeltliches Abonnement des Magazins
oder Informationen zu Adressänderungen:
hendrik.koester@nmwp.de

Alle Ausgaben des NMWP-Magazins können auch als PDF-Datei auf der Internetseite www.nmwp.nrw.de gelesen und heruntergeladen werden.

Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung des Herausgebers wieder. Der Nach- bzw. teilweise Abdruck ist nur mit ausdrücklicher Erlaubnis des Herausgebers gestattet.

Liebe Leserinnen und Leser,

die Automobilbranche wandelt sich aktuell fundamental. Auch wenn dieser Wandel gesamte Wertschöpfungsketten – vom Automobilhersteller über die Zuliefererindustrie bis hin zur Materialforschung – vor grundsätzliche Herausforderungen stellt, bietet er auch eine Vielzahl an Chancen. Und wie in nahezu allen Märkten bieten die Schlüsseltechnologien auch hier elementare Lösungsansätze in verschiedensten Bereichen. Um einige Beispiele innovativer Impulse für die Mobilitätswende aufzuzeigen, hat sich der Cluster NanoMikroWerkstoffePhotonik.NRW dazu entschlossen, gemeinsam mit dem Cluster automotiveland.NRW ein Magazin dem Thema „Schlüsseltechnologien im Automobil der Zukunft“ zu widmen. Das Feedback aus der High-Tech-Community NRWs war derart groß, dass wir nur einige Beispiele aufnehmen und nicht die komplette Bandbreite abdecken können. Dennoch sind wir überzeugt, dass wir auch für Sie ein paar spannende Entwicklungen finden konnten.



Eine der Schlüsseltechnologien ist zum Beispiel die Digitalisierung als wichtiges und universelles Werkzeug unserer Zeit. Soft- und Hardware unterstützt – in der Digitalisierung vereint – unsere Wirtschaft nicht nur im Bereich Produktion, sondern zukünftig auch in Planungs- und Management-Prozessen immer stärker. Das Automobil der Zukunft soll nicht nur umweltfreundlicher, sondern auch intelligenter werden. Die Sensorik, welche uns schon heute in Fahrerassistenzsystemen unterstützt, wird zukünftig das autonome Fahren ermöglichen. Dadurch steigt jedoch der Gesamtbedarf an Halbleitern im Automobil, da neben der Sensorik und den Aktoren eine gute Konnektivität zur Außenwelt und die Möglichkeit zur Kommunikation und Unterhaltung immer mehr zur Kaufentscheidung beitragen werden. Lesen Sie hierzu das Interview mit Prof. Dr.-Ing. Peter Burggräf, Lehrstuhlinhaber International Production Engineering and Management IPeM, Universität Siegen.

Neben Digitalisierung und Sensorik sind Werkstoffinnovationen ein zentrales Thema in der Wirtschaft. Denn 70 Prozent aller technischen Innovationen in Deutschland beruhen auf Werkstoffinnovationen. Innovative Werkstoffe und Materialien sind eng mit neuen Produktionsprozessen verbunden. Auch hier ist die Geschwindigkeit beeindruckend, mit der Bauteile performanter, aber auch leichter werden. Der 3D-Druck oder auch individuell geformte, funktionalisierte Glasflächen halten durch innovative Ansätze Einzug in die Serienproduktion. Ohne Werkstoffinnovationen ist die für die Elektromobilität notwendige Energiedichte bei Akkus nicht erreichbar. Aber auch das Recycling darf nicht außer Acht gelassen werden, um die Ressourceneffizienz, aber auch die Resilienz der Wirtschaft NRWs zu steigern. Hier sind wir stolz, Ihnen mit dem Batterie-Recycler „cylib“ den Gewinner des diesjährigen Innovationspreis NRW aus Aachen in diesem Magazin vorstellen zu können.

Im Gespräch mit NMWP.NRW und automotiveland.nrw hat Frau Mona Neubaur, Ministerin für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen unserer Wirtschafts- und Wissenschaftslandschaft ein hohes Innovationspotential attestiert. Für eine nachhaltige Mobilität brauchen wir saubere Autos, und die Schlüsseltechnologien sind hierfür unverzichtbar. Wichtig ist der NRW-Wirtschaftsministerin dabei, dass wir die Kompetenzen für diese Schlüsseltechnologien in Nordrhein-Westfalen haben und weiterentwickeln.

Sie sehen – Schlüsseltechnologien wie die Nano- und Mikrosystemtechnik, die innovativen Materialien und die Photonik sind wichtige Enabler für das Automobil der Zukunft. Sie werden in der Öffentlichkeit kaum wahrgenommen, leisten aber unverzichtbare Beiträge, um unser Leben zu verbessern und die Wirtschaft nachhaltig zu stärken. Wir möchten Ihnen mit diesem Magazin Einblicke in einige Aktivitäten und innovative Impulse aus NRW bieten.

Ich wünsche Ihnen viel Spaß bei der Lektüre, bleiben Sie weiter gespannt – auf Innovationen und eine gute Zukunft!

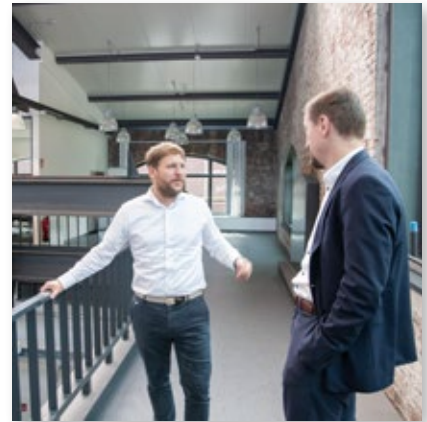
Dr.-Ing. Harald Cremer, Clustermanager NMWP.NRW



14
High-Tech aus
Nordrhein-Westfalen
für innovative
Mobilitätslösungen
von morgen.

18

Chiptechnologie und
Digitalisierung sind
wichtige Impulsgeber für
aktuelle Herausforderungen.



24
Innovationen durch Lidar- und
Ultraschallsensorik

30

Additive Fertigung
in der Serienproduktion



32
Durchgängige Datenketten
für mehr Resilienz
im Automobilssektor

34

cylibs
kreislaufwirtschaftliches
Batterierecycling



40
H₂-Gassensorik
für das Automobil
der Zukunft

44

Effizientere Technologien für
die Massenfertigung von
komplexen Glaskomponenten



NMWP im Gespräch

High-Tech aus Nordrhein-Westfalen für innovative Mobilitätslösungen von morgen

NMWP.NRW und automotiveland.NRW im Gespräch mit Mona Neubaur, Ministerin für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen über die Innovationskraft der starken Automobilindustrie NRWs und die Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen für die Transformation der Wirtschaft. **14**

Chiptechnologie und Digitalisierung sind wichtige Impulsgeber für aktuelle Herausforderungen

NMWP.NRW im Gespräch mit Prof. Dr.-Ing. Peter Burggräf, Lehrstuhlinhaber International Production Engineering and Management (IPEM, Universität Siegen), Geschäftsführer DRIVE Consulting GmbH und Lehrbeauftragter des RWTH Aachen Werkzeugmaschinenlabor WZL über Digitalisierung, Produktionstechnologien und Halbleiter als Impulsgeber für Transformation und die Mobilitätswende. **18**

Highlight-Thema

Innovationen durch Lidar- und Ultraschallsensorik

Die Zukunft der Mobilität ist das autonome und CO₂-neutrale Fahren. So lassen wir uns bald vom Auto zur Arbeit chauffieren und nutzen die Fahrzeit zum Lesen erster Mails. Oder das Auto fährt unsere Kinder zum Sport, die Oma zum Arzt und sucht sich eigenständig einen Parkplatz, wo es selbstständig lädt. **24**

Schlüsseltechnologien im Automobil der Zukunft

Active Commuting trifft auf die Mobilität der Zukunft – Der E-Jet Prototyp

28

Additive Fertigung in der Serienproduktion

30

Durchgängige Datenketten für mehr Resilienz im Automobilsektor

32

cylibs kreislaufwirtschaftliches Batterierecycling

34

Technologieträger Dachbox – Ohne Auflagen in den Markt

36

Kunststoffe treiben die Mobilität der Zukunft voran

38

H₂-Gassensorik für das Automobil der Zukunft

40

PVD-Beschichtungsanlagen für Bipolarplatten

42

Effizientere Technologien für die Massenfertigung von komplexen Glaskomponenten

44

Sprachrohr der Automobilzulieferer: automotiveland.nrw

46

Neues aus Cluster, Verein und Branche

Chancen, Trends und High-Tech-Innovationen auf der 10. NRW Nano-Konferenz!

48

Zu guter Letzt

Quantum Effects Award: Gewinner stehen fest

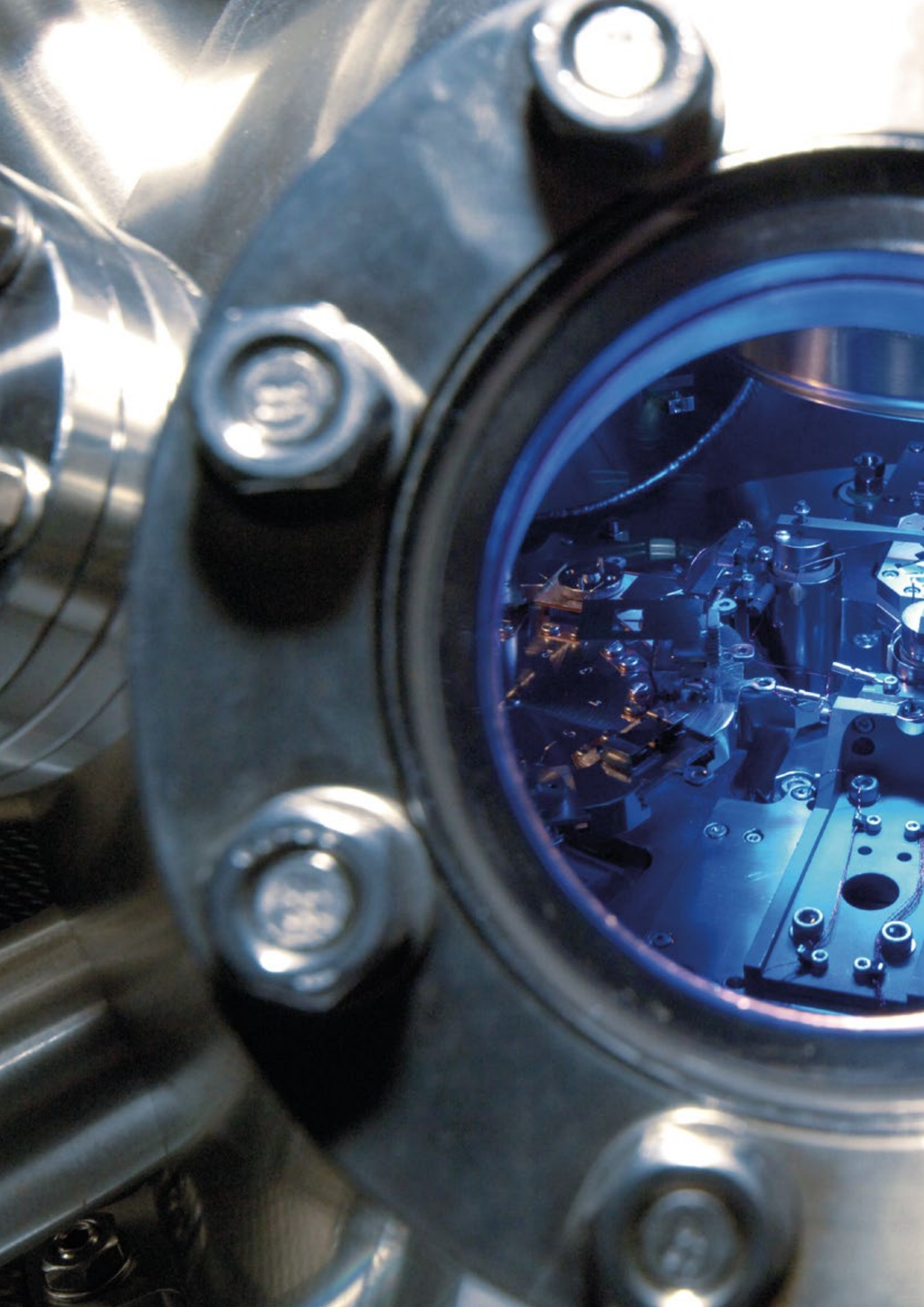
52

NMWP-Magazin #15: Future of Computing

54

Termine

55



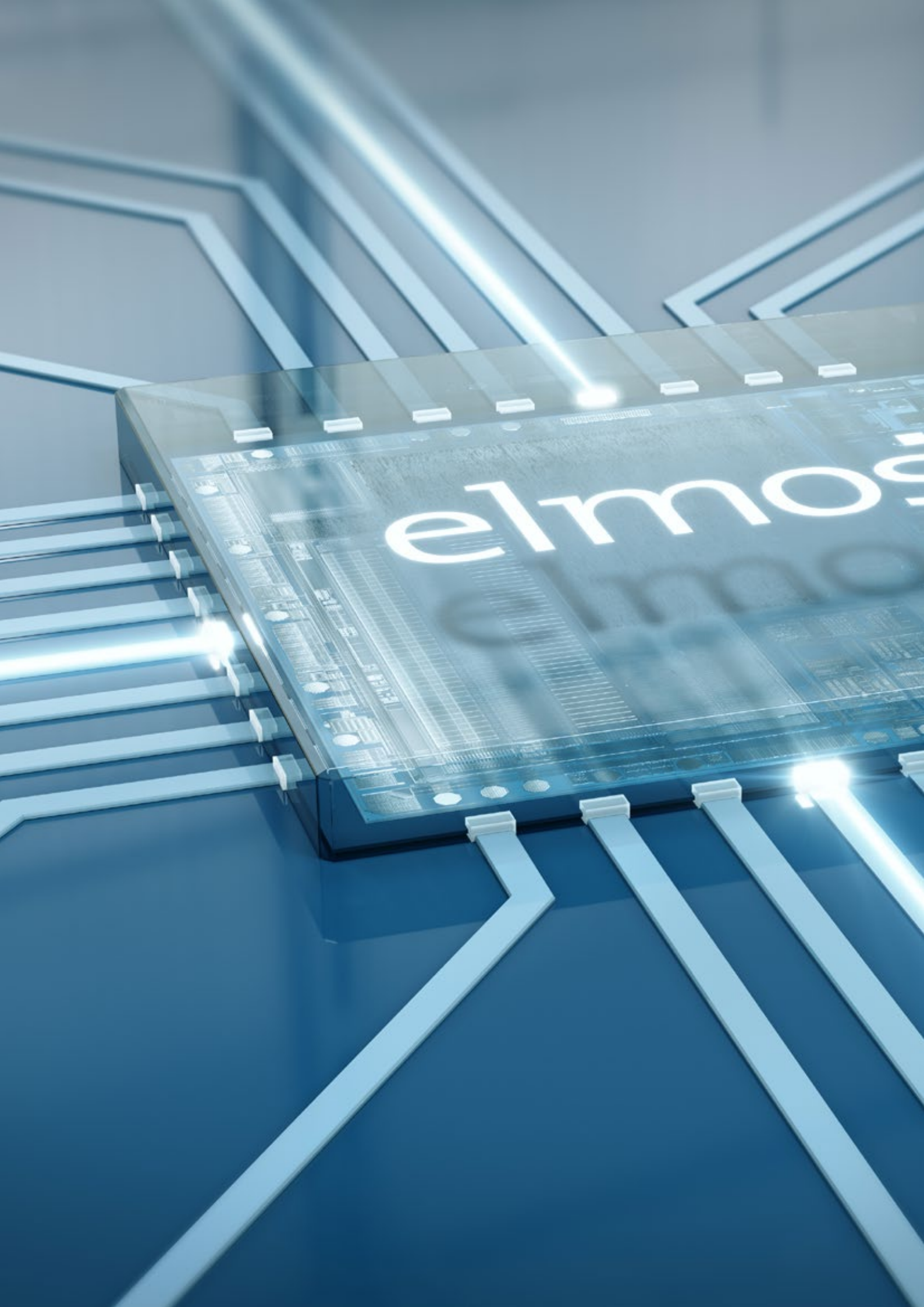
N

Die Nanotechnologie (nano-, griechisch für Zwerg) ist als Schlüsseltechnologie in der Automobilbranche nicht mehr wegzudenken. Egal, ob als Oberflächenveredlung für kratzfeste oder leicht zu reinigende Oberflächen, als nanoskaliges Katalysatormaterial in der Brennstoffzelle, als Teil von Hochleistungs-Verbundwerkstoffen oder als Enabler von immer besser werdenden Sensoren: Die Fortschritte der Nanotechnologie sind wichtige Bestandteile für eine nachhaltige Mobilität.

In Nordrhein-Westfalen arbeiten Forschungsteams an der Entwicklung neuer Nanotechnologien, während Unternehmen aller Größenordnungen die Überführung der wissenschaftlichen Exzellenz in die Wertschöpfung vorantreiben. Die Raith GmbH baut bspw. Anlagen, auf denen nanoskalige Halbleiter-Bauelemente wie Prozessoren und Sensoren, aber auch Optiken – neben vielen weiteren Komponenten und Systemen – gefertigt werden können. Ein weiteres Beispiel für die Bedeutung der Nanotechnologie für die nachhaltige Automobilwirtschaft ist der verminderte Wasserverbrauch durch nanokeramische Beschichtungen: Korrosion wird vermindert, der Bedarf an chemischen Reinigungsmitteln und somit auch das entstehende Abwasser verringert.

Zahlen und Fakten zur Nanotechnologie in NRW

Nordrhein-Westfalen verfügt über die größte Dichte an Forschungseinrichtungen in ganz Deutschland. Es ist daher nicht verwunderlich, dass sich mehr als 100 Forschungsteams mit der Nanotechnologie beschäftigen. Überall im Land sind speziell ausgestattete Räumlichkeiten, wie die Helmholtz Nanofacility (HNF) in Jülich oder das Center for Nanotechnology (CeNTech) in Münster zu finden. In den zahlreichen regionalen und landesweiten Programmen (bspw. HIGH-TECH.NRW oder Circular Valley) zur Unterstützung von Startups ist Nanotechnologie nicht mehr wegzudenken. Möglich wird die breite Nutzung der Nanotechnologie auch durch zahlreiche Hidden Champions und Weltmarktführer, wie Raith oder Aixtron, die sich auf die Herstellung von Maschinen zur hochpräzisen Fertigung von Nanoschichten spezialisiert haben. Abgerundet wird die wirtschaftliche Bedeutung der Nanotechnologie für NRW durch Anwenderindustrien, wie z.B. die Chemie, in der Nanopartikel als Zusatzstoffe die Entwicklung von Hochleistungswerkstoffen und -lacken überhaupt erst ermöglichen. Wussten Sie, dass mehr als 22% aller Unternehmen, die sich in Deutschland mit der Nanotechnologie beschäftigen in NRW zu finden sind? Ganz schön groß für den kleinen Zwerg.



elmos

M

Mikrosystemtechnik ist unabdingbar für das moderne Auto und in verschiedensten Bereichen zentraler Enabler; sowohl bei der Produktion als auch bei der späteren Nutzung. Denn sie trägt wesentlich zur Optimierung und Modernisierung der gesamten Produktionsprozesse und der Qualität der hergestellten Fahrzeuge bei. In der Nutzung bauen nicht nur die heutigen Sicherheitssysteme, die u.a. durch Airbag-Auslösesysteme, Crashsensoren oder elektronische Stabilitätskontrollsysteme (ESP) sicheres Fahren ermöglichen, auf Mikrosysteme, sondern auch der Übergang von Verbrennern zu batterieelektrischen Fahrzeugen erhöht den Bedarf an dieser Schlüsseltechnologie. Steuern sie bei ersteren das Motormanagement in Form von Mikrocontrollern und Sensoren zur Steigerung der Fahrzeugeffizienz bei gleichzeitiger Verringerung der Emissionen durch weniger Kraftstoffverbrauch, ist es bei den anderen der elektrische Antriebsstrang, der den Bedarf an Mikrosystemtechnik stark ansteigen lässt: Pro Antriebsstrang benötigen E-Fahrzeuge einen fast 10-fach höheren Halbleiteranteil als Verbrenner. Unverzichtbar sind auch hier Mikrosysteme zur Effizienzsteigerung des Fahrzeugs, denn sie optimieren Leistung und damit auch die Batterielebensdauer und sind in Steuerungseinheiten für den Elektromotor verbaut.

Blickt man einen Entwicklungsschritt weiter hin zum autonomen Fahren, dann ist diese Technologie unverzichtbar: Unzählige Sensoren – wie Lidar, Radar und Kameras – sind in diesen Fahrzeugen verbaut, die in Echtzeit Daten erfassen und auswerten, um eine sichere Fortbewegung auf der Straße zu ermöglichen. Diese Sensoren finden sich auch in sämtlichen Fahrerassistenzsystemen wieder, die adaptiv die Fahrgeschwindigkeit regeln, die Spur halten oder beim Einparken behilflich sind.

Der Trend zum komfortablen, elektronisch fahrenden Alleskönner bedingt die Existenz von Mikrosystemen in heutigen Automobilen: von Sicherheit über Umweltfreundlichkeit bis hin zum Infotainment. Bis 2030 soll sich die weltweite Chipnachfrage in der Automobilindustrie von knapp 50 Milliarden USD (2021) auf ca. 150 Milliarden USD verdreifachen, denn sämtliche Innovationen führen zu einer höheren Anzahl an benötigten Chips pro Fahrzeug. Mikrosysteme sind bereits unverzichtbar für die Automobilindustrie und werden im Zuge der fortschreitenden Elektrifizierung diesen Status noch verstärken.



W

Die Themen Klimaschutz sowie Material- und Ressourceneffizienz sind wesentliche Treiber der aktuellen technologischen Entwicklungen im Bereich der Werkstoffwissenschaften für das Automobil der Zukunft.

So nimmt unter anderem die Bedeutung von Leichtbauwerkstoffen, wie z. B. von hochfesten Aluminium- und Magnesiumlegierungen oder auch Kunststoffen, rasant zu. Durch die Substitution von Bauteilen mit höherer Dichte lassen sich hierdurch die Gesamtmasse und damit letztlich auch die CO₂-Emissionen über die gesamte Lebensdauer der Fahrzeuge deutlich reduzieren. Zudem rücken zunehmend sog. Multi-Material-Lösungen, wie z.B. die Kohlenstoffaserverstärkten Kunststoffe (CFK), in den Fokus des internationalen Interesses, indem sie die Eigenschaften verschiedener Werkstoffklassen kombinieren und sich somit auf die jeweilige technische Anforderung im Fahrzeug hin entwickeln lassen.

Weiterhin spielen innovative Werkstoffe sowie insbesondere auch deren Kreislauffähigkeit im Hinblick auf die neuen Antriebstechnologien eine ganz bedeutende Rolle. Für effiziente Batteriesysteme bspw. rücken hierbei neben der Identifikation von geeigneten Elektroden- oder auch Aktivmaterialien zunehmend notwendige Recyclingprozesse in den Vordergrund. Zudem werden für die in den H₂-Fahrzeugen integrierten Brennstoffzellen unter anderem korrosionsresistente Beschichtungen sowie geeignete Dichtungsmaterialien für Bipolarplatten benötigt.

Die Material- und Ressourceneffizienz lässt sich zudem vor allem durch intelligente Herstellungsprozesse steigern. Die additive Fertigung ist in diesem Zusammenhang besonders hervorzuheben, da diese die Herstellung höchst komplexer Bauteilgeometrien aus verschiedensten Werkstoffen ermöglicht und hierbei vor allem kaum Verschnitt anfällt.

NRW ist im Bereich der Werkstoffe traditionell sehr stark aufgestellt. Dabei zahlen aktuelle Aktivitäten in NRW maßgeblich auf die Entwicklung intelligenter Werkstofflösungen für das Automobil der Zukunft ein.



P

Die Photonik spielt eine bedeutende Rolle in der Automobilindustrie. Sie umfasst die Anwendung von Licht, um verschiedenste Aspekte des Fahrzeugs zu verbessern. Dazu gehören beispielsweise Sensoren für Fahrerassistenzsysteme, neue Beleuchtungstechnologien und optische Kommunikationssysteme zur Interaktion mit der Umgebung.

So hat die Entwicklung der Leuchtdioden (LED) in den letzten Jahrzehnten die Beleuchtung von Fahrzeugen revolutioniert. Zuerst im Innenraum, dann als Heckleuchten und zum Schluss im Scheinwerfer haben sie ganz neue Möglichkeiten erschlossen. Dynamische Lichtszenarien von Blinkern und Bremsleuchten steigern die Aufmerksamkeit anderer Verkehrsteilnehmer. LED Matrixscheinwerfer erhöhen durch die optimale Ausleuchtung der Fahrbahn und Umgebung, bei gleichzeitiger Unterdrückung von Blendungen anderer Verkehrsteilnehmer, die Fahrsicherheit um ein Vielfaches.

Die sich wandelnde Gesellschaft stellt auch neue Anforderungen an die Mobilität der Zukunft. Sollen diese in Zukunft gedeckt werden, bedarf es neuer und weiterentwickelter Assistenzsysteme. So müssen z.B. LIDAR- und Kamerasysteme weiterentwickelt werden, um aus Assistenzsystemen echte autonome Mobilität entstehen zu lassen.

Die Nutzung von photonischen Systemen im Automobil beginnt jedoch schon bei der Herstellung. Laser sind das Schlüsselwerkzeug schlechthin für die Produktion moderner Fahrzeuge. Sie ermöglichen u.a. die additive Herstellung (3D-Druck) von optimierten Komponenten, die mit ihrem minimierten Gewicht zu einer Einsparung von Ressourcen und der Verringerung von CO₂-Emissionen beim späteren Betrieb der Fahrzeuge sorgen.

Nordrhein-Westfalen ist bekannt für seine starke Industrie- und Forschungslandschaft im Bereich der Automobilzulieferindustrie und der Photonik. Viele Unternehmen und Forschungseinrichtungen in NRW arbeiten eng zusammen, um innovative photonische Lösungen für die Automobilindustrie zu entwickeln und tragen somit zur Weiterentwicklung in diesem Sektor bei.

High-Tech aus Nordrhein-Westfalen für innovative Mobilitätslösungen von morgen

Die Cluster NMWP.NRW und automotiveland.NRW im Gespräch mit Mona Neubaur, Ministerin für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen über die Innovationskraft der starken Automobilindustrie NRWs und die Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen für die Transformation der Wirtschaft.

Frau Ministerin Neubaur, das Auto ist das beliebteste Verkehrsmittel 2022, zeitgleich möchte NRW bis spätestens 2045 klimaneutral sein. Wie bewerten Sie die Rolle der Automobilindustrie und insbesondere die starke Zuliefererindustrie in Bezug auf die Zukunft der Mobilität?

Neubaur: Eine der großen Herausforderungen unserer Zeit besteht darin, die Mobilität der Zukunft effizient, sicher, bezahlbar und klimafreundlich zu gestalten. Erfahrung und Innovationskraft der Automobilindustrie spielen bei der Mobilitätswende eine zentrale Rolle. Mit der Transformation setzen wir einen verlässlichen Rahmen für die Zukunft. Die großen Trends sind dabei die Dekarbonisierung der Mobilität, die Elektrifizierung der Antriebe, alternative Kraftstoffe, Vernetzung und Automatisierung sowie neue Materialien etwa für den Leichtbau.

All diese Entwicklungen zusammengenommen führen zu einem tiefgreifenden Wandel der Automobilwirtschaft, die in Nordrhein-Westfalen als Querschnittsbranche mehr als 600.000 Menschen beschäftigt. Wir haben hier einen sehr starken Mittelstand mit bedeutenden Zuliefererbetrieben. Sie sind Spezialisten für Fahrzeugbau und -technik, Metallverarbeitung, Elektrotechnik und Batterieherstellung – und teilweise Weltmarktführer in ihrem Segment. Ein Fünftel der 100 größten Automobilzulieferer in Deutschland kommt aus NRW! Wir können also selbstbewusst sagen: Ein Auto aus Bayern oder Baden-Württemberg fährt nicht ohne Teile aus Nordrhein-Westfalen.

Damit das so bleibt, brauchen wir Investitionen in neue Technologien und Dienstleistungen. Das ermöglicht der Branche zukunftsfähige Geschäftsmodelle und sichert langfristig attraktive Arbeitsplätze in unserem Land.

Schlüsseltechnologien wie die Nanotechnologie, die Nano-

und Mikrosystemtechnik, die innovativen Materialien und die Photonik stellen die technologische Basis für die Mobilität der Zukunft. Hierzu gehört auch das Automobil. Welche Aspekte liegen Ihnen hier besonders am Herzen?

Für eine nachhaltige Mobilität benötigen wir auch saubere Autos. Die genannten Schlüsseltechnologien sind dafür unverzichtbar: Neue Antriebe sind beispielsweise nicht ohne spezifisch angepasste Materialien, intelligente Steuerungen und effizienteste Elektronik denkbar. Das gilt auch für Hochleistungsbatterien, die derzeit immer wieder in der Diskussion sind und sich nur mit Nanotechnologie und ausgefeilten neuen Materialien realisieren lassen.

Was mir dabei wichtig ist: Dass wir die Kompetenzen für diese Schlüsseltechnologien vor Ort in Nordrhein-Westfalen haben und hier auch weiterentwickeln. Schließlich benötigen wir dieses Know-How für alle Bereiche der klimaneutralen Transformation.

Haben Sie Themen, die Ihnen darüber hinaus für die Zukunft der Mobilität wichtig sind?

Für die zukünftige Mobilität werden Digitalisierung, Automatisierung, Vernetzung und neue Mobilitätskonzepte eine zentrale Rolle spielen. Mit automatisierten und perspektivisch auch fahrerlosen – autonomen – Fahrzeugen auf Straßen, Schienen und Wasserwegen können sich Menschen zukünftig deutlich effizienter, sicherer und sauberer fortbewegen. Gleiches gilt für den Transport von Gütern.

Im öffentlichen Nahverkehr brauchen wir einen dicht getakteten, zuverlässigen, vernetzten, barrierefreien und insgesamt nutzerfreundlicheren Nahverkehr. Auch dafür setzt sich die Landesregierung ein.



Wir unterstützen zudem gezielt Pilotprojekte wie etwa das Einschienenfahrzeug Monocab in Ostwestfalen-Lippe, das einen automatisierten, individuellen Personennahverkehr ermöglicht. Denn die Technologie darf kein Selbstzweck sein, sondern muss einen konkreten Nutzen für das Mobilitätssystem als Ganzes haben.

Gerade in NRW haben viele mittelständische Unternehmen, die teilweise Weltmarktführer und unverzichtbarer Bestandteil der Lieferkette in der Automobilindustrie sind, ihre Heimat. Welche Chancen, aber auch Herausforderungen, ergeben sich hieraus für NRW?

Ob bei der Dekarbonisierung, alternativen Antrieben oder automatisiertem Fahren: Der Schlüssel für eine klimafreundliche Zukunft und eine gelingende Transformation sind Innovationen. Ich bin zuversichtlich, dass die Unternehmen in Nordrhein-Westfalen den Wandel mit ihren neuen Technologien, Produkten und Anwendungen aktiv mitgestalten. Auch eine Studie von IW Consult zur Zukunft der Automobilwirtschaft in Nordrhein-Westfalen aus dem Jahr 2021 zeigt, dass unser Land für die Transformation gut aufgestellt ist. Natürlich gibt es Unternehmen, deren Geschäftsmodell noch stark vom Verbrenner geprägt ist. Sie unterstützen wir gezielt dabei, sich für die Zukunft aufzustellen. Die drei vom Bund geförderten Transformationsnetzwerke in den starken Automobilregionen Aachen-Köln-Gummersbach, Bergisches Städtedreieck und Südwestfalen sind hierfür wichtige Ankerpunkte. Darüber hinaus unterstützen wir das von Zulieferern getragene Kompetenznetz automotiveland.nrw und bekennen uns klar zum Ausbau der Infrastruktur für Elektromobilität.

Vor allem aber begleiten wir die Automobilwirtschaft in Nordrhein-Westfalen aktiv bei der Entwicklung von In-

novationen. Mit der gezielten Förderung von Chancefeldern wollen wir die Innovationskraft der Unternehmen stärken und so ihre Wettbewerbsfähigkeit erhalten und ausbauen. Dazu haben wir im EFRE/JTF-Programm NRW 2021-2027 Innovationswettbewerbe in den Themenbereichen „Produktion“, „Mobilität“ sowie „IKT“ aufgelegt. Außerdem profitiert die Automobilindustrie in Nordrhein-Westfalen von Maßnahmen zum klimaneutralen Umbau im Mittelstand und vom Ausbau des 5G-Mobilfunknetzes. So können Wachstum und Beschäftigung nachhaltig gesichert werden.

Welche Bedeutung haben Start-ups für die Innovationskraft und den Fortschritt in der Automobilbranche? Wie können diese High-Tech Unternehmen aus NRW gezielt unterstützt werden?

Die lebendige und dynamische Start-up-Szene in Nordrhein-Westfalen mit vielen wissens- und technologieintensiven Gründungen leistet einen enorm wichtigen Beitrag zum Innovationsgeschehen in unserem Land. Einen großen Anteil daran haben die zahlreichen Hochschul-Spinoffs. Viele Universitäten und Fachhochschulen haben inzwischen Einrichtungen für den Innovationstransfer geschaffen und unterstützen Gründungen aus ihren eigenen Reihen. Um diesen Wandel zu gründungsaffinen Hochschulen weiter zu fördern, hat das Land die Initiative Exzellenz Start-up Center.NRW ins Leben gerufen. Ziel ist es, eine gründungsfreundliche Start-up-Kultur nachhaltig zu verankern.

Von Kooperationen mit der Start-up-Szene kann auch die Automobilindustrie in Nordrhein-Westfalen profitieren. Denn ohne „Trial und Error“ entstehen keine neuen Ideen und Technologien. Hier bieten etwa unsere fünf Digital Hubs der Initiative #DWNRW in Aachen, Bonn, Düsseldorf,

Essen und Münster mit zahlreichen Veranstaltungen eine ideale Plattform zum Vernetzen.

Welche Rolle spielt aus Ihrer Sicht die Aus- und Weiterbildung von Fachkräften für die zukünftigen Anforderungen der Automobilindustrie?

Wir verbessern die guten Rahmenbedingungen in Nordrhein-Westfalen mit exzellenten Hochschulen und einer stark vernetzten Branche weiter. Auch die Automobilindustrie braucht gut ausgebildete Fachkräfte. Die Landesregierung hat die ressortübergreifende Fachkräfteoffensive NRW ins Leben gerufen, um Aktivitäten zu bündeln und entscheidenden Akteurinnen und Akteure des Arbeitsmarkts eng einzubinden. Besonders großes Potenzial sehen wir bei Frauen, das wir durch eine bessere Vereinbarkeit von Familie und Beruf und flexible Betreuungsangebote in Kommunen und Unternehmen heben möchten. Auch Migrantinnen und Migranten sind Teil der Lösung. Hier brauchen wir eine echte Willkommenskultur!

Auch die Unternehmen selbst können viel tun, um ihren eigenen Bedarf zu decken und langfristig gute Fachkräfte zu binden: durch attraktive Arbeitsbedingungen und gute Karrierechancen. Bei meinen Gesprächen mit der Branche erfahre ich regelmäßig von tollen Beispielen, die sich bewährt haben. Hier lohnt sich der Erfahrungsaustausch in den bestehenden Netzwerken wie automotiveland.nrw und NMWP.NRW, um voneinander zu lernen. Jeder kleine Beitrag hilft – genau das brauchen wir.

Kommen wir noch einmal zurück zu „Forschung und Entwicklung“. Auch im Bereich der Energieerzeugung und -speicherung ist NRW in Forschung und Entwicklung weit vorne, nicht zuletzt dank der exzellenten Forschungslandschaft im Land. Wie können wir die wissenschaftliche Exzellenz für die Wirtschaft nutzbar machen?

Die vielfältige Forschungslandschaft in Nordrhein-Westfalen bietet beste Voraussetzungen für die gesamte Innovationskette von der Grundlagenforschung bis hin zum Transfer in die Industrieunternehmen.

Um nachhaltige Technologien und innovative Produkte so schnell wie möglich in die Anwendung bringen, treiben wir die Vernetzung von Wirtschaft und Wissenschaft weiter voran. Dabei fördern wir gezielt Innovationen und festigen die enge Verbindung der Industrie mit unserer vielfältigen Forschungslandschaft, beispielsweise über unsere erfolgreiche Richtlinie progres.nrw – Innovation.

Welche Rolle nehmen die Landescluster, wie beispielsweise AeroSpace.NRW, Automotiveland.NRW, und NMWP.NRW, Ihrer Meinung nach im Gesamtkontext des Technologietransfers ein?

Die Cluster spielen eine wichtige Rolle als Drehscheibe für Zusammenarbeit und gemeinsame Strategieentwicklung und bieten Unternehmen Orientierung zu den neuesten Technologieentwicklungen. Als zentrale Schnittstelle sorgt unser Kompetenzzentrum NRW.innovativ zusammen mit Branchenclustern wie automotiveland.nrw für eine immer dichtere Vernetzung der Innovationsland-

schaft in Nordrhein-Westfalen. Auch die weiteren Cluster wie AeroSpace.NRW, NMWP.NRW sowie die für den Maschinenbau zuständige Plattform Produktion NRW übernehmen hier gemeinsam eine wichtige Funktion.

Die Mobilitätswende bietet vielen Unternehmen und Instituten das Potenzial mit innovativen Lösungsansätzen neue Märkte zu erschließen. Allerdings müssen sich hier auch die Anwender finden. Wie wichtig schätzen Sie die Rolle der Gesellschaft hier ein?

Nachhaltige Mobilität und ein zukunftsfähiges Verkehrssystem sind entscheidende Grundlagen für die Lebensqualität der Menschen und die Stärke der Wirtschaft in unserem Land.

Entscheidend ist, dass Nutzerinnen und Nutzer neue Formen der Mobilität leicht in ihren Alltag integrieren können. Dazu brauchen sie vielfältige attraktive Angebote, zugeschnitten auf die jeweiligen Anforderungen. Das Auto wird für die individuelle Mobilität auch in Zukunft eine zentrale Rolle spielen – aber klimafreundlicher und zunehmend automatisiert.

Bei allen neuen Technologien für die Mobilität gilt: Priorität hat die Sicherheit. Deshalb müssen die hohen Sicherheitsanforderungen bei der Entwicklung mitgedacht werden und Innovationen umfassend erprobt werden.

Abschließend: Welche Botschaft möchten Sie an die Bürgerinnen und Bürger von Nordrhein-Westfalen in Bezug auf die Zukunft der Automobilindustrie und die Bedeutung von nachhaltigen Technologien für den Klimaschutz richten?

Eine Zukunft, in der wir als Gesellschaft komfortabel, bezahlbar und klimaneutral von A nach B kommen, das ist unser Ziel für Nordrhein-Westfalen. Für die Verbraucherinnen und Verbraucher bedeutet das: Gerade im ländlichen Raum brauchen wir auch soziale Innovationen, damit wir dort Teilhabe auch ohne eigenes Auto in Zukunft ermöglichen können – in einem Verkehrsmix auf emissionsfreier Antriebsbasis.

Um Elektromobilität noch attraktiver zu machen, braucht es vor allem genügend Möglichkeiten, sein E-Auto schnell und unkompliziert aufzuladen. Deshalb unterstützen wir den Markthochlauf der Elektromobilität schon seit einigen Jahren mit einem umfassenden Förderprogramm und setzen jetzt verstärkt vor allem auf den Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur.

Die Innovationen, die wir für eine klimaneutrale Zukunft benötigen, werden von Menschen gemacht. Die Beschäftigten in den Zulieferunternehmen in Nordrhein-Westfalen verfügen über herausragendes Know-How und enorme Erfahrung. Ich bin fest überzeugt: Wenn wir diese Kompetenzen klug einsetzen und fördern, wird es der Branche gelingen, sich in den Zukunftstechnologien stark aufzustellen und die Mobilität von morgen entscheidend mitzuprägen.

Frau Ministerin Neubaur, vielen Dank für das Gespräch.

MIKROCHIPS AUS DORTMUND FÜR DIE MOBILITÄT VON MORGEN

elmos[®]

Elmos entwickelt, produziert und vertreibt Halbleiter vornehmlich für den Einsatz im Auto. Unsere Bausteine kommunizieren, messen, regeln sowie steuern Sicherheits-, Komfort-, Antriebs- und Netzwerkfunktionen. Seit 40 Jahren ermöglichen Elmos-Innovationen neue Funktionen und machen die Mobilität weltweit sicherer, komfortabler und energieeffizienter. Mit unseren Lösungen sind wir in Applikationen mit großem Zukunftspotenzial, wie Ultraschall Distanzmessung, Ambiente- und Rücklicht sowie intuitiver Bedienung, schon heute die weltweite #1.



www.elmos.com



Chiptechnologie und Digitalisierung sind wichtige Impulsgeber für aktuelle Herausforderungen

NMWP.NRW im Gespräch mit Prof. Dr.-Ing. Peter Burggräf, Lehrstuhlinhaber International Production Engineering and Management (IPEM, Universität Siegen), Geschäftsführer DRIVE Consulting GmbH und Lehrbeauftragter des RWTH Aachen Werkzeugmaschinenlabors WZL über Digitalisierung, Produktionstechnologien und Halbleiter als Impulsgeber für Transformation und die Mobilitätswende.

Wir sind heute bei Ihnen in Südwestfalen, einer der wirtschaftlich gesehen wichtigsten Regionen in Deutschland und – nach eigener Aussage – Nummer eins in NRW. Was macht diese Region so besonders?

Was diese Region so besonders macht, das sind vor allem die familiengeführten Unternehmen. Wir haben hier zahlreiche „Hidden Champions“. Diese Unternehmen sind vielleicht der allgemeinen Bevölkerung nicht so bekannt, aber im technologischen Umfeld sind sie dennoch oft Weltmarkt- oder Technologieführer. Das hat diese Region in den letzten 150 Jahren geprägt und ist die Grundlage dafür, dass diese Region so wirtschafts- stark ist.

Inwiefern trifft das auch auf die Location des Campus Buschhütten zu?

Was hier besonders ist, ist die Geschichte. Wir sitzen hier in einem Gebäude, das über 150 Jahre Geschichte hat. Diese hat im Prinzip mit der „Industrie 1.0“, sprich der Industrialisierung, begonnen und man kann am Gebäude die unterschiedlichen Entwicklungen erkennen.

Die Stahlstruktur, die hier verwendet worden ist, ist aus einer Zeit, wo der Stahl gerade erst erfunden wurde. Als wir den Umbau geplant haben, hat der Statiker uns gefragt, welcher Stahl hier verbaut worden sei. Wir haben St37 vermutet, ein Standard-Stahl, wie man ihn heute in der Baubranche und im Maschinenbau verwendet. Der Statiker hat recherchiert und festgestellt, dass der St37 damals noch gar nicht erfunden war. Die industrielle Entwicklung hat hier also schon sehr früh begonnen, das bedeutet aber nicht, dass die Region in der Zeit gefangen ist. Ganz im Gegenteil: Die Unternehmen haben in den vergangenen Jahrzehnten und Jahrhunderten gelernt, sich immer wieder an neue Anforderungen anzupassen. Genau das findet jetzt auch am Campus Buschhütten statt. Der Standort soll die Digitalisierung der Produktion beflügeln und der „Place-to-be“ sein für alle, die daran interessiert sind. Das zeichnet auch die Region aus, dass man sehr viel Energie und Motivation hat, sich immer wieder mit neuen Themen auseinanderzusetzen und positiv in die Zukunft zu schauen. Genau das macht die Unternehmen auch sehr widerstandsfähig. Ich bin sehr gerne hier. Ich bin kein gebürtiger Südwestfale, sondern habe mich über die Universität hier

eingefunden. Ich bin immer wieder fasziniert von den großartigen Unternehmen mit ihren tollen Geschichten und Persönlichkeiten, die man hier findet.

Ein wichtiges Thema der aktuellen Wirtschaftspolitik ist die Transformation. Welche Transformationsthemen – Sie haben gerade festgestellt, dass sich die Wirtschaft in dieser Region immer wieder neu erfindet – sehen Sie in Südwestfalen, aber auch mit Blick auf die Wirtschaft Nordrhein-Westfalens?

Ich denke, die wichtigste Transformation, die wir alle – auch im persönlichen Umfeld – momentan erleben, ist die Digitalisierung. Wobei mir der Begriff „Transformation“ hier nicht so gut gefällt, denn er wirkt so, als sei die Digitalisierung ein abgeschlossenes Projekt. So, als müsste man einmal digitalisieren und hätte es dann geschafft. In meinem Verständnis bedeutet Digitalisierung, dass wir mit einer Technologie zu tun haben, die sich exponentiell schnell weiterentwickelt und wir noch am Anfang der eigentlichen Veränderung stehen. Es gibt keinerlei Anzeichen, dass sich diese Entwicklung entschleunigt, sondern ganz im Gegenteil: Wir sehen viele Dinge, die

Es gibt in der Produktionstechnik an sich sehr viele Innovationen, die vielleicht nicht revolutionären Charakter haben, sondern evolutionär jeweils eine Weiterentwicklung darstellen. Das sind neue Materialien, das sind höhere Genauigkeiten, aber auch in der Qualitätssicherung neue Verfahren, um besser zu prüfen und zu testen. Man darf diese Produktivitätssteigerungen oder Veränderungen nicht unterschätzen; selbst, wenn dies keine revolutionären Veränderungen sind, sind sie sehr wichtig. Selbst wenn ihr Unternehmen jedes Jahr nur drei Prozent besser wird in einer Technologie, stellen sich bei kontinuierlicher Wiederholung große Erfolge ein. Ich glaube beispielsweise auch nicht, dass der 3D-Druck oder das Thema „Additive Fertigung“ grundsätzlich sehr viel Potential haben, Dinge zu revolutionieren. Sie haben sicherlich einen ganz wertvollen Platz an sehr vielen Stellen; auch der Umfang und der Einsatzbereich der additiven Fertigung wird sich sicherlich immer weiter erweitern. Aber auch hier ist es meines Erachtens eher ein gradueller Prozess. Ich sehe die wirklich revolutionären Veränderungen in der Produktion in den unterstützenden Prozessen. Während wir in den 50er und 60er Jahren damit angefangen haben, die Produktion zu automatisieren – durch Robotik, durch Automatisierungstechnik – beginnt heute die Automatisierung der indirekten Prozesse, also im Bestellwesen,

»Wenn es uns gelingt durch die Digitalisierung [...] Prozesse schneller voranzubringen, dann können wir damit natürlich auch die jetzt anstehende Transformation zur ökologischen Wirtschaft schneller umsetzen. Wir können die Probleme unserer Zeit nicht mit den alten Mitteln der Vergangenheit lösen, sondern wir brauchen dafür neue Werkzeuge. Hier liegt die Künstliche Intelligenz ganz weit vorne.«

Prof. Dr.-Ing. Peter Burggräf, Universität Siegen

sich deutlich beschleunigt weiterentwickeln. Das führt natürlich dazu, dass die Industrie mit dieser neuen Technologie umzugehen lernen muss. Sie muss sie in die eigenen Produktionsprozesse integrieren, dadurch intelligenter und leistungsfähiger werden, die neue Technologie aber gleichzeitig auch in die Produkte und Services für ihre Kunden integrieren. Dieser Prozess ist eine große Transformation, da er natürlich andere Kompetenzen erforderlich macht. Ebenso andere Denkweisen, die wir vielleicht noch nicht besitzen und die wir uns aneignen müssen.

Lieber Herr Professor Burggräf, Sie sind Inhaber des Lehrstuhls für International Production Engineering and Management an der Universität Siegen und beschäftigen sich täglich mit neuen Themen in der Produktionstechnologie. Was ist derzeit der größte Trend und was vielleicht der größte Hype?

in der Logistik, in der Arbeitsvorbereitung und in der Prozessplanung. Dort sehe ich aktuell eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass diese Prozesse durch künstliche Intelligenz im weitesten Sinne substituiert werden, sodass der Mensch dort nicht mehr notwendig ist, sondern dass letztendlich der Computer dies übernehmen wird.

...und dass sich dadurch Prozesse zusammenlegen lassen. Wird nun zum Beispiel ein Auftrag erteilt, gehen die für den Auftrag relevanten Informationen automatisiert an das Management, an die Buchhaltung, aber auch an die Logistik und die Produktionsplanung.

Ja. Im Prinzip kann man der These folgen, dass es letztendlich nichts mehr gibt, was der Mensch grundsätzlich besser machen könnte als der Computer. Relevant ist hier eher die Frage der Kosten. Ist der Computer günstiger oder der Mensch? Natürlich ist der Mensch an manchen

»Ganz wesentlicher Impulsgeber für das Automobil der Zukunft ist die Chiptechnologie.«

Prof. Dr.-Ing. Peter Burggräf, Universität Siegen

Stellen flexibler, er ist zum Beispiel selbst in der Lage zum Telefonhörer zu greifen und jemanden nach Informationen zu fragen. Das ist heute bei IT-Systemen nicht so leicht bis unmöglich. Die Informationsversorgung ist erstmal begrenzt und wenig flexibel. So ähnlich ist es ja auch in der Produktion mit der Automatisierung. Ein Roboter kann eine Standardaufgabe wiederholt umsetzen und hat Vorteile. Bei einer flexiblen Aufgabe ist der Mensch im Vorteil. Aber da sieht man ja auch eine Entwicklung. Es gibt jetzt „Cobots“, die auch flexibler werden, die weniger Programmieraufwand haben, die einen höheren Autonomiegrad haben. Das, was wir in der Automatisierungstechnik sehen, wird sich genauso auch auf die Planungs- und Verwaltungstätigkeiten ausweiten. Wir müssen uns damit auseinandersetzen, dass wir es zunehmend mit dem Computer zu tun haben werden, auch im Management. Da ist, glaube ich, die größte Veränderung zu erwarten.

Dennoch macht uns diese Entwicklung nicht überflüssig, sondern dient unserer Entlastung. Durch diese Art der Unterstützung bleibt mehr Zeit für andere Dinge...

...für alle wichtigen Dinge, für die jetzt die Zeit fehlt. Es gibt, glaube ich, keinen Manager, der nicht darüber klagt, dass die To-Do-Liste zu lang ist, dass man vielen Dinge gerne machen würde, zu denen Zeit fehlt.

Genau. Und das ist der wichtige Punkt: Gerade bei den Digitalisierungsthemen geht es nicht darum jemanden zu ersetzen, sondern das „Entlasten“ steht im Fokus.

Zu entlasten, auch zu unterstützen. Wir dürfen auch nicht unterschätzen, dass nach wie vor Burn-out die häufigste Ausfallwahrscheinlichkeit ist in unserem Berufsumfeld. Auch da kann eine Entlastung durch den Computer – wenn sie gut gemacht ist – unterstützen und helfen und vielleicht sogar Frühwarnsignale erkennen. Ich bin dem überhaupt nicht pessimistisch gegenüber eingestellt. Ich sehe die Digitalisierung auch nicht als Job-Killer, sondern als Lösungsbeitrag, um die großen

Herausforderungen, die bestehen, überhaupt erst anzugehen. Wir reden oft über die Bürokratie, die wir haben. Dass die Planungsprozesse zum Beispiel zu lange dauern. Wir schieben hier die Schuld auf die Behörden und die öffentliche Verwaltung. Aber wenn wir ehrlich sind, ist es in den Unternehmen in Deutschland nicht unbedingt anders. Da haben wir die gleichen Herausforderungen. Wenn es uns gelingt durch die Digitalisierung diese Prozesse schneller voranzubringen, dann können wir damit natürlich auch die jetzt anstehende Transformation zur ökologischen Wirtschaft schneller umsetzen. Wir können die Probleme unserer Zeit nicht mit den Mitteln der Vergangenheit lösen, sondern wir brauchen dafür neue Werkzeuge. Hier liegt die Künstliche Intelligenz ganz weit vorne.

Die KI ist sicherlich auch für das kommende Thema ein wichtiger Punkt: Welche Technologien sehen Sie als besonders wichtige Impulsgeber für das Automobil der Zukunft an?

Ganz wesentlicher Impulsgeber für das Automobil der Zukunft ist die Chiptechnologie. Die Kunden werden sich in Zukunft vor allen Dingen für ein Fahrzeug entscheiden, welches ihnen im Fahrraum möglichst viel Spaß macht, für Unterhaltung sorgt und Vernetzung ins Leben außerhalb des Fahrzeuges ermöglicht. Dafür brauchen wir eine neue Fahrzeuginfrastruktur, eine neue Fahrzeugelektronik, die letztendlich neue Halbleitertechnologie erforderlich macht, da sich die Anwendung von Halbleitern im Fahrzeug ändern wird. Das machen einige Automobilhersteller schon vor. Tesla beispielsweise ist sehr aktiv in der eigenen Entwicklung von Halbleitern, insbesondere im Themenfeld des autonomen Fahrens. Ich denke, dass die Halbleitertechnologie bei vielen Automobilherstellern bisher nicht so sehr auf der Agenda stand, bei Steuergeräten hat man sich zum Beispiel sehr auf die Technologien der Zulieferer konzentriert. Beim autonomen Fahren glaube ich, dass es einen großen Vorteil für die Kunden darstellt. Daher lohnt sich der Aufbau entsprechender Kompetenzen bei den Auto-



mobilerstellern als Zukunftsinvestition, auch wenn es technisch sehr anspruchsvoll ist und wir noch einige Jahre brauchen werden, bis die Technologie den Erwartungen entspricht, die wir an autonomes Fahren stellen. Ich bin absolut davon überzeugt, dass dies eine sehr große Zahlungsbereitschaft bei den Kunden auslösen wird.

Das zeigt schon der heutige Stand der Technik. Auf-fahrkontrollen erhöhen – zum Beispiel in Rückstaus – nicht nur den Komfort beim Fahren, sie minimieren auch die Wahrscheinlichkeit einer sehr häufigen Unfallursache bei Staus – das Auffahren in einer Stop-and-go-Situation, wie sie im Berufsverkehr oft vorkommt. Das ist komfortabel bei Langstrecken, zum Beispiel die Fahrt in den Urlaub, minimiert aber auch ein sehr großes Gefahrenpotential. Nun haben Sie die Halbleitertechnik als wichtigen Impulsgeber für das Automobil der Zukunft genannt. Aktuell erleben wir einen großen internationalen Mangel an Halbleitertechnik und Chips. Glauben Sie, dass sich dies die aktuellen Entwicklungen in der Mobilität ausbremsen oder anderweitig beeinflussen wird?

Es gab verschiedene Ursachen, warum Halbleiter – gerade auch in der Corona-Phase – Mangelware waren. Der Hintergrund – auch nach Corona – ist, dass die Nachfrage nach Hochleistungshalbleitern einfach immens wächst. Die Leistungsfähigkeit der Halbleiter wird für ganz viele Produkte immens wichtig und auch Produkte, von denen man früher angenommen hat, dass sie mit Halbleitern letztendlich gar nichts zu tun haben, werden vermehrt davon Gebrauch machen. Der automatische Rasenmäher braucht heutzutage einen KI-Hochleistungschip, um verschiedene Sensoren miteinander zu vernetzen, um ins Internet zu kommen und so weiter. Das ist genau die Revolution, von der ich eben auch mit Bezug auf die Automobilindustrie gesprochen habe. Diese Entwicklung wird dazu führen, dass nun die Kapazitäten aufgebaut werden müssen. Das ist eine große Herausforderung, da diese Fabriken extrem teuer sind. Im Grunde genommen ist das Teuerste, was man machen kann, eine Chipfabrik zu installieren. Ich

freue mich sehr, dass es in Deutschland nun auch gelungen ist, mehrere Firmen für den Standort zu gewinnen. Gerade wurde in Dresden bekannt gegeben, dass TSMC und Infineon dort gemeinsam aktiv werden wollen. Ich glaube, dass es nur eine Frage der Zeit ist, bis hier die Nachfrage wieder gedeckt werden kann. Dennoch ist klar: Die Halbleitertechnologie wird überall Einzug halten und der Bedarf wird riesig sein. Um so wichtiger ist es, dass wir uns in Deutschland darüber Gedanken machen, wie wir Teil dieser Technologie werden und auch von ihr profitieren können. In der Anwendung, aber natürlich auch in der Herstellung und in der Lieferkette.

Nun soll das Automobil der Zukunft nicht einfach nur digital, sondern auch emissionsfrei sein. Die Automobilindustrie ist also in einem fundamentalen Wandel auf vielen Ebenen. Wo sehen Sie derzeit die größten Herausforderungen für die klimaneutrale Mobilität von morgen?

Ich sehe die größte Herausforderung aktuell darin, dass es keine kostengünstigen Elektrofahrzeuge gibt. Wir haben in Aachen damit begonnen – vor fünfzehn Jahren mittlerweile – mit dem Streetscooter die Idee zu verfolgen, kostengünstige Elektrofahrzeuge auf die Straße zu bringen. Schon damals haben wir erkannt, dass der größte Hebel für die Mobilitätswende der Preis von Elektroautos ist. Wenn die Kunden ein Angebot hätten, günstige Elektrofahrzeuge zu kaufen, dann wäre das Thema relativ schnell erledigt. Klar gibt es bei Elektrofahrzeugen Herausforderungen, insbesondere die Ladeinfrastruktur spielt eine ganz große Rolle. Das ist aber auch ein Henne-Ei-Problem. Wer baut eine Ladeinfrastruktur auf für Fahrzeuge, die nicht existieren, und wer kauft sich ein Elektroauto, wenn die Ladeinfrastruktur nicht da ist?

Es ist den etablierten Automobilherstellern aber auch nicht zur Last zu legen, da sie eine ganz andere Perspektive auf das Thema „Mobilität“ haben als Tesla sie einnehmen

kann. Aber ich glaube, dass uns die Mobilitätswende gelingt. Auch hier ist die Produktionstechnologie wieder wichtig, da sie der Schlüssel dazu ist, kostengünstige Elektrofahrzeuge herzustellen. Dadurch könnte ein Großteil der Mobilität abgedeckt werden. Es gibt sicherlich viele Sonderfälle, bei denen batteriebetriebene Elektrofahrzeuge noch nicht die beste Wahl sind: Wenn ich lange Strecken fahre, wenn ich besonders hohes Gewicht transportieren muss. Bei besonderen Einsatzzwecken ist es sinnvoll, vielleicht eher wasserstoffbetriebene Fahrzeuge zu nutzen. Der Wasserstoff kann auch einen wichtigen Beitrag dazu leisten, unser Energienetz in Deutschland besser auszugleichen, indem wir überschüssige Energie in Wasserstoff umwandeln und so in Situationen nutzen können, wo ein höherer Energiebedarf besteht. Aber grundsätzlich glaube ich, dass ein Großteil der Mobilität in Zukunft batterieelektrisch sein wird. Die meisten Fahrten sind Kurzstreckenfahrten: Pendelbewegungen von Zuhause zum Job oder in die KiTa. Deshalb sehe ich die Möglichkeit, durch kostengünstige Elektrofahrzeuge die Mobilitätswende voranzutreiben.

ein Schwein für 150 Euro herstellen, weil jeder einzelne Schritt durchstrukturiert und optimiert ist. So können wir heute beispielsweise in der Landwirtschaft sehr günstig Fleisch produzieren. Das führt natürlich dazu, dass die Leute sich das leisten können und entsprechend konsumieren. Das bedeutet: Die Industrie hat grundsätzlich alle Werkzeuge, die sie braucht, um effizienter und ressourcenschonender zu produzieren. Wir müssen jetzt die Herausforderung angehen, dass bei der Produktion unserer Güter kein CO₂ entsteht, beziehungsweise freigesetzt wird. Oder das CO₂, welches entsteht, eingefangen wird. Dafür sind heute schon viele Technologien vorhanden. Nicht zu einhundert Prozent, das ist immer so, die letzten zehn bis zwanzig Prozent sind immer die schwierigsten. Zum Beispiel ist eine CO₂-freie Stahlherstellung technisch sehr aufwändig und sicherlich noch in der Erprobungsphase. Aber grundsätzlich haben wir bereits sehr viele Technologien, die es uns ermöglichen, weitestgehend auf CO₂-Emissionen zu verzichten in der Produktion. Wir müssen diesen Weg nun konsequent gehen. Das geht nur, wenn wir effizienter werden, und

»Die Digitalisierung muss meines Erachtens der „Befähiger“ sein für die ökologische Wende. Ich bin nicht davon überzeugt, dass es uns gelingen wird, einen Großteil der Gesellschaft davon abzuhalten, weiter zu konsumieren und weiterhin in Urlaub fahren zu wollen. Das wäre die Alternative – dass wir uns alle beschränken und gewisse Dinge nicht mehr machen können, um die Emissionen zu reduzieren.«

Prof. Dr.-Ing. Peter Burggräf, Universität Siegen

Noch mal zurückkommend auf die Digitalisierung: Wie verbinden sich aus Ihrer Sicht die Themen „Digitalisierung“ und „Nachhaltigkeit“ in Bezug auf Lieferketten? Sie hatten bereits angesprochen, dass die Digitalisierung Prozesse vereinfachen und beschleunigen wird, zum Beispiel über KI.

Die Digitalisierung muss meines Erachtens der „Befähiger“ sein für die ökologische Wende. Ich bin nicht davon überzeugt, dass es uns gelingen wird, einen Großteil der Gesellschaft davon abzuhalten, weiter zu konsumieren und weiterhin in Urlaub fahren zu wollen. Das wäre die Alternative – dass wir uns alle beschränken und gewisse Dinge nicht mehr machen können, um die Emissionen zu reduzieren. Mein persönliches Menschenbild ist, dass es nicht ohne Weiteres möglich sein wird, die Menschen in diese Richtung zu bewegen oder zu motivieren. Nur ein Teil der Bevölkerung wird dazu bereit sein. Ich glaube, dass ein ganz maßgeblicher Beitrag sein muss, dass wir die Effizienz erhöhen. Mit Blick auf unseren Standort – und das gibt mir die Gewissheit, dass das funktioniert – muss man feststellen, dass wir seit hundertfünfzig Jahren im Grunde genommen nichts anderes machen in der Industrie. Wir versuchen ständig, den Ressourceneinsatz zu reduzieren. Wir können heutzutage

das wiederum geht nur, wenn wir die Digitalisierung nutzen. Insofern sehe ich die klare Verbindung zwischen der Digitalisierung, der Transformation und dem ökologischen Wandel.

Letztendlich ist es das, was wir auch tagtäglich im Cluster NMWP.NRW sehen, dass Ressourcenschonung und damit auch der Umweltschutz sehr viel mit dem High-Tech-Bereich als technologische Grundlage zu tun hat.

Ja. Umweltschutz hat für mich auch noch eine zweite Dimension bezogen auf die Transformation. Wir sprechen gerade über CO₂ und Klimawandel, der in den Nachrichten durch die verheerenden Hitzewellen in Südeuropa, die Waldbrände in Nordamerika oder die Flutkatastrophe im Ahrtal seit einigen Jahren sehr präsent ist. Es ist aber nicht nur das Thema CO₂, welches eine große Herausforderung für uns darstellt, sondern grundsätzlich auch der Artenschutz und das immer stärkere Eingreifen von uns Menschen in den natürlichen Lebensraum. Auch das ist eine Herausforderung, vor der wir stehen, mit der wir uns auseinandersetzen müssen, und die dazu führen wird, dass es in Zukunft nicht mehr möglich sein wird, einfach irgendwo ein neues Gewerbegebiet hinzu-



Schauen Sie sich das Video des Interviews auch auf unserem YouTube-Kanal an.

stellen und Fabriken aufzubauen. Es hat sehr gute Gründe, warum wir den Natur- und Artenschutz berücksichtigen müssen. Das wiederum bedeutet, dass wir viel mehr darüber nachdenken müssen, wie wir die bestehenden Flächen und Infrastrukturen nutzen, um Industrie in Deutschland weiter aufrecht zu halten. Es ist also ein weiterer wichtiger Punkt, dass hier das Verständnis bei den Unternehmen noch wächst. Dass es uns gelingt, die Natur weiter zu erhalten. Es ist interessant: Oft halte ich einen Vortrag zu diesem Thema und frage zu Beginn, wer denn das persönliche Interesse verfolgt, die Welt, wie wir sie vorfinden, an seine Kinder, Enkelkinder oder einfach die nachfolgenden Generationen zu übergeben, wie man sie vorgefunden hat. Es ist natürlich klar, dass jeder hier zustimmt und dies für selbstverständlich hält. Aber aktuell ist es so, dass das Artensterben teils bedrohlich oder bereits irreversibel ist. Meines Erachtens ist klar, dass dies langfristig nur im Einklang funktioniert. Letztendlich steckt das aber auch schon in uns – die Naturverbundenheit und das Bewahren der Natur.

Effizienzsteigerungen und Ressourcenschonung erreicht durch Hochtechnologien, Produktionstechnologien und Digitalisierung würden den Umweltschutz auch schmack-

haft machen. Nicht mehr nur der reine Verzicht, sondern auch nachhaltigere Produkte beziehungsweise eine Kreislaufwirtschaft leisten einen Beitrag, diesen Wandel mitzugestalten.

Und da ist noch ein weiterer Punkt: Niemand möchte doch neben einer grauen Fabrik leben, aus deren Schornstein schwarze Abgase kommen. Wir wollen doch alle Naturverbundenheit. Wir müssen auch unsere Fabriken umdenken. Wir müssen diese Flächen stärker zu Lebensräumen machen – zum Beispiel durch vertikale Begrünung. Das wiederum ist auch gut für die Arbeitnehmer, da durch solche Konzepte eine Fabrik lebendiger und lebenswerter wird. Das hat positiven Einfluss auf verschiedenste Parameter.

Wie zum Beispiel das Raumklima...

Ja, es gibt dann aber auch neue Herausforderungen, zum Beispiel mit Insekten (lacht). Durch den Artenreichtum kommt es dann auch zu Besuchen von ungebetenen Gästen in Büros und Produktionsstätten.

Herr Professor Burggräf, vielen Dank für das Gespräch. ■



Innovationen durch LiDAR- und Ultraschallsensorik

Die Zukunft der Mobilität ist das autonome und CO₂-neutrale Fahren. So lassen wir uns bald vom Auto zur Arbeit chauffieren und nutzen die Fahrzeit zum Lesen erster Mails. Oder das Auto fährt unsere Kinder zum Sport, die Oma zum Arzt und sucht sich eigenständig einen Parkplatz, wo es selbstständig lädt.

Hinter dieser revolutionären Technologie verbergen sich komplexe Systeme, welche das Fahrzeug befähigen, seine Umwelt zuverlässig zu erfassen. In diesem Artikel werden wir uns auf zwei Schlüsseltechnologien konzentrieren, die das Herzstück autonomer Fahrzeuge bilden: LiDAR (Light Detection and Ranging) und Ultraschallsensorik. Wir werfen einen Blick auf die Innovationen in Mikrochips, Software und Künstlicher Intelligenz (KI), welche von Elmos entwickelt und produziert werden, und erfahren, wie diese Technologien unser Fahrerlebnis sicherer und komfortabler gestalten.

Einleitung: Warum LiDAR und Ultraschall?

Damit das zukünftige Auto autonom fahren kann, muss es sein Umfeld zuverlässig erfassen und erkennen, um sicher durch den Verkehr zu manövrieren. Heutige Fahrzeuge nutzen bereits verschiedenste Sensortechnologien. Um in Zukunft autonomes Fahren Level 4 zu ermöglichen, reicht es jedoch nicht, 95% aller Situationen zu meistern, sondern auch die selten auftretenden 5%, die sogenannten „Edge-Cases“ rücken in den Vordergrund. Das Fahrzeug muss unter allen Umgebungsbedingungen die Rundumsicht behalten, ob bei strahlendem Sonnenschein, im Dunkeln, bei Regen, Schnee oder Nebel. Es muss jederzeit in der Lage sein, sicheres Fahren zu garantieren, auch wenn Sensoren ausfallen oder zeitweise

„blind“ sind. Der Mensch löst diese Herausforderung optimal mit seinen Augen, Ohren, Erfahrung und Intuition. Und dies sehr energieeffizient; so hat das Gehirn einen Leistungsverbrauch von umgerechnet 20 W. Demgegenüber stehen heute noch notwendige Rechenleistungen von einigen kW, um vergleichbare Ergebnisse mit Computern zu erzielen.

Für eine zuverlässige Erkennung der Umgebung in nahezu Echtzeit muss das Fahrzeug auf eine Vielzahl von Umgebungssensoren zurückgreifen, um in jeder Situation Schwächen einzelner Systeme durch die Stärken anderer auszugleichen. Die Sensorsysteme müssen hierzu zuverlässige Daten liefern, welche im Fahrzeug über eine sogenannte Sensordatenfusion zusammengeführt werden.

Für echte dreidimensionale bildgebende Informationen bieten sich Laser Scanner, sogenannte Lidar Systeme an, welche über die Messung der Lichtlaufzeit die exakte Entfernung zu einem Punkt ermitteln können. Durch die Wahl einer geeigneten Wellenlänge des Lasers können die Systeme auch zu einem gewissen Maße durch Regen oder Nebel schauen und ergänzen so weitere Technologien, wie Kamera und Radar, optimal.



Abbildung 1 (links): Das Fahrzeug erfasst die Umgebung mit verschiedenen Sensoren. Ultraschallsensoren für das nahe Umfeld und Full Solid State Lidar für mittlere Entfernungen bis 50 m. Mittels „sehendem Ultraschall“ können Objekte verortet und eine Höhenklassifikation vorgenommen werden, sodass z.B. Personen von Bordsteinkanten unterschieden werden können.

Abbildung 2 (rechts): Die gleiche Szene aus Abbildung 1, erfasst mit Lidar Sensoren. KI-gestützte Sensordatenfusion ermöglicht eine optimale Synergie verschiedener Sensortechnologien.

Im Nahbereich zeigt sich, dass das Potential von Ultraschallsensoren – bekannt durch die Einparkhilfen – lange noch nicht ausgeschöpft ist. In diesem Feld ermöglichen Innovationen von Elmos, dass das Auto mittels Ultraschall „sehen“ lernt. Durch die Kompaktheit, Zuverlässigkeit und Kosteneffizienz der Sensoren wird diese Technologie auch im Auto der Zukunft weiterhin zu finden sein und insbesondere im Stadtverkehr sein Potential entfalten.

Mit den „Ohren sehen“ – Innovationen in der Ultraschallsensorik

Klassische Ultraschallsysteme im Fahrzeug erkennen lediglich die Entfernung (mehr oder weniger genau) und grobe Richtung (vorne, links, rechts) zu einem Objekt. Eine genaue Positionserfassung oder Bestimmung der Abmessungen ist dabei nicht möglich. Ebenso können keine Höheninformationen des Objektes abgeleitet werden. So stoppt das Fahrzeug z.B. vor einer Bordsteinkante, welche überfahren werden könnte oder lässt sich durch Reflektionen des Ultraschalls an Kopfsteinpflaster irritieren.

Innovationen durch Elmos in der Erfassung und Verarbeitung von Ultraschallsensoren erlauben es inzwischen, die Reflektion eines Ultraschallpulses vollständig zu erfassen und über einen Hochgeschwindigkeitsbus weiter zu leiten. So können z.B. Notbremsfunktionen im Stadtverkehr umgesetzt werden. Durch die Verarbeitung der Signale aller Ultraschallsensoren mittels Verfahren der

Künstlichen Intelligenz können völlig neue Funktionen umgesetzt werden. Hierzu tragen auch Innovationen der Sensoren bei, die es ihnen ermöglichen, zuverlässig zu erkennen, von welchem Sensor ein Schallimpuls ausgelöst wurde und wessen Echo gerade empfangen wird. In Kombination mit einer intelligenten Anordnung der Sensoren können die Ultraschalldaten in eine Umgebungskarte umgerechnet werden, sodass die Position eines Objektes im Raum inkl. einer Höhenklassifikation des Objektes ermittelt werden kann.

Zum Trainieren der KI für die Auswertung der Sensordaten sind eine Vielzahl von Daten aus Fahrversuchen notwendig. Im Falle von Radar- oder Vision Systemen kann auf eine große Datenbank an Fahrdaten zurückgegriffen werden. Im Falle der Ultraschallsensorik existieren solche Datenbanken jedoch nicht. Dieser Herausforderung hat sich Elmos mit der Erforschung eines digitalen Zwillinges gestellt, in welchem per „Acoustic Beam Tracing“ virtuelle Trainingsdaten erstellt und unterschiedlichste Fahrsituationen dargestellt werden können.

In Zukunft werden die neuen Möglichkeiten der Ultraschallsensorik von Elmos dazu beitragen, das autonome Ein- und Ausparken zuverlässiger zu gestalten sowie Unfälle mit z.B. Kindern in Parklücken oder Haustieren zu vermeiden. Zudem wird der sehende Ultraschall in der Fusion mit anderen Sensorsystemen einen wichtigen Beitrag zum autonomen Fahren in der Stadt leisten, insbesondere im Nahbereich um das Fahrzeug herum.

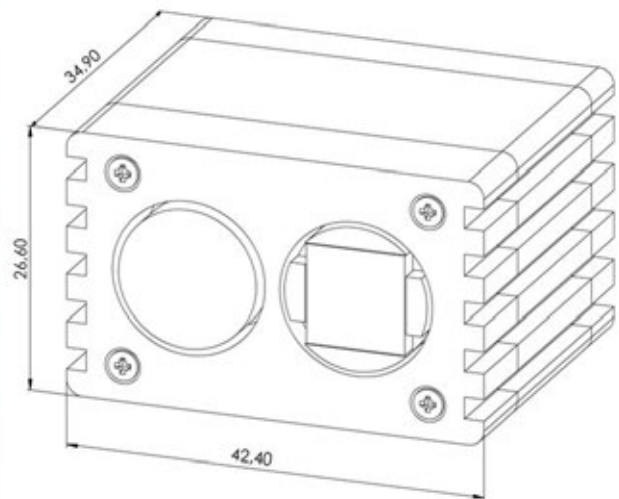
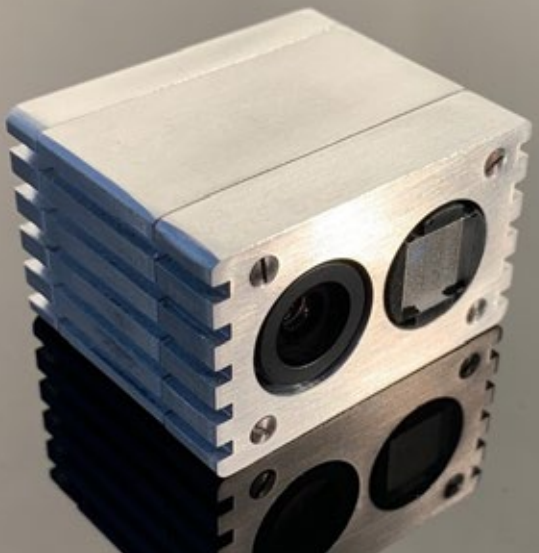


Abbildung 3: Ultra kompakte Full Solid State Lidar Kamera. Die Kamera mit einer Auflösung von 256x80 Bildpunkten beinhaltet auf gerade mal 4,2x2,7x3,5 cm³ den Lasertreiber+Laser, die SPAD Imager, einen Mikrokontroller sowie die notwendigen optischen Komponenten (Linsen und Filter).

Mit den "Augen tasten" – Innovationen bei LiDAR Systemen

Eine optimale Ergänzung zu Ultraschallsensoren stellen sogenannte Lidar Systeme dar, welche mittels eines Laserstrahls und innovativer Sensoren eine echte 3D-Karte der Umgebung erstellen können. Bis heute konnte sich diese Technologie im Fahrzeug jedoch noch nicht auf breiter Ebene durchsetzen, da heutige Systeme zu groß, zu teuer und zu anfällig sind. Bekannt geworden sind Lidar Systeme z.B. durch die großen „Knubbel“ auf Google-Cars, welche die Umgebung für Google Maps erfassen oder auf Roboter-Taxis von Waymo in Kalifornien. Diese Systeme nutzen einen schnell rotierenden Spiegel, um die Umgebung abzutasten. Aktuelle Entwicklungen zielen auf Lidar Systeme ohne bewegliche mechanische Teile, sogenannte „Solid State“ Systeme, ab. Diese wiederum gliedern sich in Systeme, in denen Mikrospiegel (MEMS) zur Ablenkung der Laserstrahlen genutzt werden sowie „Flash LiDAR“ Systeme, welche das Sichtfeld vollständig über einen Laserpuls beleuchten. Beide Typen haben bzgl. Komplexität, Reichweite und Auflösung Vor- und Nachteile.

Elmos hat eine Lösung erarbeitet, welche beide Prinzipien kombiniert, dabei aber auf den Einsatz von MEMS Spiegeln verzichten kann. Statt eine Szene komplett zu beleuchten, wird ein Array aus Lasern genutzt, um die Umgebung zeilenweise in einem sogenannten „Rolling Shutter“ Prinzip zu beleuchten. Elmos setzt bei seinem System auf Laser mit einer Wellenlänge von 905 nm. Dies hat mehrere Vorteile. So liegt bei dieser Wellenlänge ein atmosphärisches Fenster, in dem wenig Licht von der Luft oder Feuchtigkeit absorbiert wird. Zudem können die Sensoren komplett in robuster und günstiger CMOS Technologie umgesetzt werden. Um die Anforderungen an die Augensicherheit einhalten zu können, aber dennoch eine hohe Reichweite und Signalgüte zu erhalten, sind sehr kurze Laserpulse mit hoher Leistung notwendig. Hierzu hat Elmos einen innovativen Lasertreiber mit 16

Kanälen entwickelt. Eine Kerninnovation liegt im Layout der Treiberstrukturen, durch welches der Treiber in CMOS umgesetzt werden und auf zusätzliche teure GaN Schalter verzichtet werden kann. Zur Minimierung störender Induktivitäten sieht das Konzept vor, dass Kapazitäten sowie Laserdioden direkt auf dem Laser Treiber IC montiert werden. Mit diesem Konzept, welches zudem miniaturisiert umgesetzt werden kann, erreicht Elmos Laser Puls Zeiten von < 1 ns und Leistungen >125 W, was derzeit den aktuellen Stand der Technik darstellt. Durch das deutlich verbesserte Puls-Pause-Verhältnis gegenüber diskreten Aufbauten wird die Leistungsaufnahme und Eigenerwärmung reduziert. Der reflektierte Laser-Puls zeichnet sich in den Empfangsdaten schärfer vom Umgebungsrauschen ab, so dass mit weniger Rechenaufwand eine sicherere und präzisere Distanzmessung möglich ist.

Optimal auf das Lasersystem abgestimmt hat Elmos einen optischen Sensor mit Einzelphotonen Detektoren, sogenannten SPADs, entwickelt. Diese Sensoren beruhen darauf, dass ein einzelnes einfallendes Photon eine Ladungslawine und somit den Sensor auslöst. Durch das Prinzip der Auslösung durch einzelne Photonen und der Tatsache, dass auch das Spektrum der Sonne Licht in der Wellenlänge des Lasers ausstrahlt (905 nm), liegt die Herausforderung darin, Auslösungen durch Fremdlicht von Auslösungen durch die Reflektion des ausgesendeten Laserstrahls zu unterscheiden. Hierzu hat Elmos eine vollständige Rohdaten-Aufnahme (Histogramm) und konfigurierbare Filter zur Datenkomprimierung im Sensor-IC integriert. Aus den Histogrammen können intelligente Algorithmen neben der Distanz weitere relevante Informationen ableiten. So ist es möglich, Rückschlüsse auf das Wetter zu ziehen und Regen, Nebel oder Schneefall zu erkennen. Ebenso kann der Grad der Verschmutzung auf der Kamera bestimmt werden, um z.B. gezielte Reinigungsvorgänge zu starten. Durch eine Mehrfach-Echo-Erkennung kann

der Sensor auch schwierige Ziele, wie stark reflektierende Straßenschilder oder spiegelnde/teil-transparente Ziele, detektieren. Als Ergebnis erhält man eine 3D-Punktwolke der realen Umgebung.

Über kontinuierliche Forschung zur Miniaturisierung des Systems und Optimierung der optischen Eigenschaften konnte ein Demonstrator erarbeitet werden, welcher bezogen auf den Bauraum heutige LiDAR Systeme um ein Vielfaches übertrifft. Komprimiert auf gerade mal 4,2x2,7x3,5 cm³ erreicht das auf der Elmos Innovation basierende System eine Auflösung von 256x80 Pixel bei einer Reichweite von bis zu 50 m und einer Leistungsaufnahme von gerade mal 4 W. Durch den Verzicht auf bewegliche Teile oder teure MEMS Spiegel kann dieses System äußerst robust und kosteneffektiv umgesetzt werden.

Verschmelzung von Licht und Schall – Sensordatenfusion

Zukünftige Forschungsarbeiten sollen sich der Verschmelzung von Licht und Schall widmen, um die Umfelderkennung über eine Fusion der Sensordaten aus Ultraschall und LiDAR zuverlässiger und robuster zu gestalten. Beide Systeme haben das Potential, sich im Fahrzeug optimal zu ergänzen und optimiert auf die Bedürfnisse im Stadtverkehr die Umgebung des Fahrzeuges zu erfassen. Der Vorteil gegenüber Vision Systemen ist unter anderem die Unabhängigkeit vom Umgebungslicht – den Sensoren ist es egal, ob es dunkel oder hell ist – sowie eine gewisse Robustheit gegenüber schlechtem Wetter. Zudem erfordert die Auswertung der Sensordaten dieser Systeme eine geringere Rechenkapazität als die Auswertung von Vision Systemen, wodurch Energie und Kosten eingespart werden können. Autonome Ein- und Ausparkvorgänge können durch die Systeme abgesichert, Parklücken überwacht und Kinder oder Haustiere früh erkannt werden. Darüber hinaus werden Notbremsfunktionen ermöglicht, z.B. bei plötzlich kreuzenden Radfahrern oder Fußgängern. Durch Kompaktheit und optimierten Kosten sollen diese Systeme in Zukunft auch in Klein- und Mittelklassewagen Einzug finden können sowie gemeinsam mit weiterer ADAS (Advanced Driver-Assistance Systems) Sensorik zur Redundanz beitragen und damit sicheres autonomes Fahren ermöglichen. ■

Über Elmos

Elmos entwickelt, produziert und vertreibt Halbleiter vornehmlich für den Einsatz im Auto. Unsere Bausteine kommunizieren, messen, regeln sowie steuern Sicherheits-, Komfort-, Antriebs- und Netzwerkfunktionen. Seit 40 Jahren ermöglichen Elmos-Innovationen neue Funktionen und machen die Mobilität weltweit sicherer, komfortabler und energieeffizienter. Mit unseren Lösungen sind wir in Applikationen mit großem Zukunftspotential, wie Ultraschall Distanzmessung, Ambiente- und

Rücklicht sowie intuitiver Bedienung, schon heute die weltweite #1.

Danksagung

Teile der Arbeiten werden gefördert im Rahmen des IPCEI Mikroelektronik und Kommunikation durch das BMWK aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages, der Europäischen Union im Rahmen von „NextGenerationEU“, durch das Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, durch die Berliner Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe, durch das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg aufgrund eines Beschlusses des Landtages von Baden-Württemberg und durch das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Energie des Landes Brandenburg.



Ansprechpartner:
Dr. Roland Krumm
(Elmos Semiconductor SE)



Können Sie den QR-Code nicht lesen?
Treten Sie mit mir unter www.portal.nmwp.de in Kontakt.

Elmos Semiconductor SE

Technologische Basis

- Ultraschallsensorik
- Photodetektoren und CMOS
- Sensorik

Innovation

- Sehender Ultraschall
- Full Solid State LiDAR

Anwendungsfeld im Automobil

- Sicherheit
- Umfelderkennung
- Autonomes Fahren

Impact

- Effizienzsteigerung
- Höhere Genauigkeit
- Unfall- und Gefahrenvermeidung

www.elmos.com

Active Commuting trifft auf die Mobilität der Zukunft – Der E-Jet Prototyp



Der E-Jet Prototyp © ika 2023

Der E-Jet, ein innovativer Sportwagen, vereint Effizienz, Nachhaltigkeit und Fahrspaß. Leichtbau, aerodynamisches Design und ein serieller Human-Hybrid-Antrieb minimieren den Energiebedarf. Nachhaltige Produktion und aktiver Lebensstil machen den E-Jet zur zukunfts-fähigen Mobilitätsoption.

Die Elektrifizierung des Verkehrssektors bietet zahlreiche Vorteile, darunter hocheffiziente Antriebsstränge und einen emissionsfreien Betrieb. Trotzdem bleiben Elektrofahrzeuge vor einer großen Herausforderung stehen: der Suche nach geeigneten Energiespeichersystemen. Eine mögliche Lösung zur Reduzierung des spezifischen Energiebedarfs besteht darin, die Fahrwiderstände durch leichte und aerodynamisch gestaltete Fahrzeuge zu minimieren. Darüber hinaus kann eine sekundäre Energiequelle, die einen Teil der benötigten Energie durch die Fahrenden bereitstellt, einen kleineren und somit leichteren und kostengünstigeren Hauptenergiespeicher unterstützen.

Gleichzeitig ist das Fahrradfahren aus vielen Gründen beliebt – nicht nur aufgrund des Fahrvergnügens, sondern auch wegen gesundheitlicher Vorteile und der Energieeffizienz. Größere Fahrzeuge bieten jedoch mehr Leistung, Sicherheit, Komfort und Reichweite als das klassische Fahrrad. Die Kombination von Fahrrad und Elektrofahrzeug ist daher ein vielversprechender Lösungsansatz, um die Vorteile beider Fahrzeugkonzepte zu vereinen. Dieser Ansatz wird im E-Jet Fahrzeug umgesetzt, welches durch den Innovation Sprint gefördert wurde.

Im Zentrum des Fahrzeugs steht der serielle Human-Hybrid-Antrieb, der das Bedienkonzept eines Fahrrads mit dem Antriebsstrang eines Elektro-PKW vereint. Die ergonomisch gestaltete Tretbewegung ermöglicht die Konzeption eines effizienten Fahrzeugs. Die weiteren Kerninnovationen des E-Jets sind der strukturelle Leichtbau, das effiziente funktionsintegrierte Fahrwerk und die aktive Aerodynamik. Die Ergonomie der Tretbewegung erfordert zudem – als Ersatz des herkömmlichen Lenkrads – ein innovatives Stellteil.

Das Ziel muss es sein, Fahrzeuge zu bauen, die mit geringen Ressourcen und geringem Energiebedarf hergestellt werden, einen niedrigen Energiebedarf pro gefahrenem Personenkilometer bieten und mit optimierten Wiederverwendungseigenschaften konzipiert sind. Die Lösung für eine nachhaltige Mobilität muss über das Produkt hinausgehen und unsere Lebensweise mit einbeziehen.

Nachhaltigkeit erfordert von Anfang an Innovationen und muss während des gesamten Produktlebenszyklus betrachtet werden: von der Gewinnung der Rohstoffe bis hin zur Verwertung des Produkts am Ende des Le-

benszyklus. Aufgeteilt in drei Säulen kann so die Nachhaltigkeit in der Produktion, während der Nutzung und am Ende des Produktlebens betrachtet werden. Bei der Produktion des Prototyps wurde darauf geachtet, dass sowohl die Aluminiumstruktur als auch die Außenhaut aus recyceltem Kunststoff am Ende des Produktlebenszyklus getrennt voneinander dem Verwertungskreislauf zugeführt werden können.

Bei der Betrachtung der ökologischen Nachhaltigkeit während der Nutzung wird ein möglichst geringer Energiebedarf angestrebt, welcher beim E-Jet bei ca. 5 kWh/100 km liegt. Im Vergleich zu einem Mittelklasse-Elektrofahrzeug ist dies nur etwa ein Fünftel des realen Energiebedarfs. Weiterhin ist die Masse gerade von batterieelektrischen Fahrzeugen zu betrachten. Der E-Jet bleibt inklusive der Energiespeichersysteme bei einer Gesamtmasse von ca. 300 kg, was etwa einem Sechstel des einen klassischen PKW entspricht und einen deutlich reduzierten Ressourceneinsatz mit sich bringt.

Bei der Auslegung wurde die durchschnittliche komfortable Leistungsabgabe von Amateurfahrern über einen längeren Zeitraum berücksichtigt. Diese liegt bei 120 W und darüber hinaus kann die Leistung über einen Zeitraum von einer Minute bis zu 380 W betragen. Simulationsergebnisse zeigen, dass mit dieser Leistung bis zu 25 % der Energie gedeckt wird, die für das Fahren des E-Jets erforderlich ist. Ein serieller Hybrid-Antriebsstrang ermöglicht mit automatischen Geschwindigkeitsregelungsstrategien ein komfortables Fahren bei Geschwindigkeiten bis 100 km/h und darüber hinaus, bei denen die Verwendung mechanischer Systeme zur Kraftübertragung nicht mehr sinnvoll ist. Zudem reicht die Kraft des Fahrers aus, um das Fahrzeug bei Geschwindigkeiten zwischen 15 und 30 km/h für unbestimmte Zeit zu fahren, selbst wenn die Batterie leer ist.

An das verwendende Lenkkonzept werden durch den Pedalantrieb besondere Anforderungen gestellt. Da das Fahrzeugkonzept zwischen einem klassischen PKW und einem herkömmlichen Fahrrad angesiedelt ist, wurden Sichtfeld und Körperhaltung neu bewertet. Das entwickelte Lenksystem, welches größer als ein klassisches Lenkrad und um den Fahrer herum angeordnet ist (Segmentbogen), löst den Zielkonflikt zwischen Sichtfeldverdeckung, Pedalieraufgabe und ergonomischer Sitzhaltung. Es ermöglicht damit neuartige Human-Hybrid Fahrzeugkonzepte und ist im Prototyp erlebbar.

Bestrebungen hinsichtlich des Leichtbaus haben dazu geführt, dass das Fahrwerk des E-Jets eine funktionsintegrierte Variante darstellt. Hierzu sind die klassischen Komponenten, also die Quer- und Längslenker, die Torsionsfeder und die Aufbaufederung, in einer gemeinsamen Querblattfeder aus FVK dargestellt und so ca. 80 % des Gewichts eingespart.

Aktive Aerodynamiksysteme sind zur bedarfsgerechten Veränderung von Abtrieb und Luftwiderstand eingesetzt, um Fahrdynamik und Fahrsicherheit zu erhöhen. Das entwickelte Konzept für den E-Jet besteht aus mehrteiligen aktiven und passiven Flügelsystemen an der Vorder-

und Hinterachse, welche im Windkanal erprobt wurden. Damit kann das Fahrzeug variabel zwischen geringem Luftwiderstand, kürzeren Bremswegen und hoher Fahrdynamik aerodynamisch eingestellt werden.

Mit dem jetzigen Prototyp können wir das Potential eines leichten, nachhaltigen Sportwagens zeigen, der die aktive Mobilität vorantreibt und neuartige, innovative Fahrerlebnisse erlebbar macht. Die entwickelten Technologien werden in Teilen oder im Ganzen in zukünftigen Projekten wiederzufinden sein. Das langfristige Ziel ist die Umsetzung der Technologie für die Anwendung auf der Straße. ■

Autoren: Mohamad Ali Daher, M.Sc. & Lars Piekenbrinck, M.Sc. – Institut für Kraftfahrzeuge (ika) der RWTH Aachen University.



Ansprechpartner:
Mohamad Ali Daher,
M.Sc.

(Institut für Kraftfahrzeuge, RWTH Aachen University)



Können Sie den QR-Code nicht lesen?

Treten Sie mit mir unter www.portal.nmwp.de in Kontakt.

ika - Institut für Kraftfahrzeuge,
RWTH Aachen University

Technologische Basis

- Elektroantrieb
- Sensorik
- Hardware in the Loop
- Intelligente Regelung

Innovation

- Pedal-by-Wire
- Struktureller Leichtbau
- Aktive Aerodynamik

Anwendungsfeld im Automobil

- Leichte Elektromobilität
- Pendlerfahrzeug
- Fahrerlebnis

Impact

- Reduzierung des Energiebedarfs
- Ressourcenschonung
- Steigerung der Gesundheit
- Verringerung des CO₂-Footprint

ika.rwth-aachen.de

Additive Fertigung in der Serienproduktion

Additive Manufacturing (AM) Technologien ermöglichen die Herstellung von geometrisch hochkomplexen Bauteilen mit erhöhter Funktionalität, die mit konventionellen Herstellungsverfahren nicht oder nur schwer realisierbar sind.

GKN Powder Metallurgy ist ein führendes internationales Technologieunternehmen mit mehr als 5000 Mitarbeitern an 27 Produktionsstandorten in 9 Ländern. GKN PM teilt sich in die Divisionen GKN Hoeganaes (Produktion von jährlich ca. 250 000 t Metallpulver) und GKN Sinter Metals (führend mit ca. 10 Mio. Sinterteilen/Tag) und der jüngsten Division GKN Additive mit Fokus auf aditiver Fertigung / 3D Druck auf.

Um eine industrielle Serienfertigung mittels AM in kostengetriebenen Industriebereichen, wie bspw. Automotive zu erreichen, setzt GKN Additive auf das Metal Binder Jetting (MBJ, siehe Bild 1a).

MBJ ist ein sinterbasiertes additives Fertigungsverfahren mit hohem Anwendungspotential für die industrielle Serienfertigung von komplexen Bauteilen (mehr als 1000 Teile/Jahr). Die MBJ-Technologie zeichnet sich durch die Applikation eines flüssigen Bindemittels durch einen Multi-Düsendruckkopf zum selektiven Verbinden von Metallpulverschichten aus (siehe Bild 1b). Der dadurch entstehende Grünkörper wird anschließend durch einen Entbinderungs- und Sinterprozess vom Bindermaterial befreit und zu relativen Dichten von über 99 % verdichtet. Das nicht verwendete Metallpulver kann anschließend für den nächsten Druck wiederverwendet werden. Im Vergleich zu etablierten metallbasierten AM-Verfahren wie dem selektiven Laserschmelzen (engl. Laser Powder Bed Fusion, (LB-PBF)) bietet das MBJ deutliche Kosten- und Geschwindigkeitsvorteile. Zudem besteht die Möglichkeit schwer schweißbare

Werkstoffe wie bspw. Werkzeugstähle oder Hartmetalle zu verarbeiten.

In Bild 1c ist ein Vergleich des MBJ hinsichtlich Bauteilkomplexität und ökonomisch sinnvollen Jahresstückzahl zu Pulvermetallurgie-, Gieß- und weiteren additiven Fertigungsverfahren dargestellt. MBJ weist eine deutlich höhere ökonomisch erzielbare Jahresstückzahl als andere industriell etablierte AM-Verfahren wie Laser/ Electron Beam Melting (LB & EB-PBF) auf. Im Vergleich zu konventionellen Großserienverfahren, wie dem Metallguss (Casting), und Pulvermetallurgieprozessen, wie dem Pressen & Sintern (PM), und dem Metal Injection Molding (MIM) bietet MBJ eine deutlich höhere Bauteilkomplexität und Designfreiheit. Durch diese Eigenschaftskombination wird MBJ als Schlüsseltechnologie für die industrielle AM-Serienfertigung mittlerer Stückzahlen von komplexen Bauteilen angesehen. Durch zukünftige Material- und Prozessentwicklungen, der Erarbeitung angepasster Designrichtlinien und Automatisierung sind Steigerungen hinsichtlich Jahresstückzahl, Bauteilkomplexität, Prozessrobustheit sowie eine signifikante Erweiterung der Einsatzgebiete des MBJ zu erwarten (siehe blaue Pfeile in Bild 1a).

Industriell wird MBJ für unterschiedliche Werkstoffe wie insbesondere korrosionsbeständige Edelstähle, Werkzeugstähle, Hartmetalle, Nickelbasissuperlegierungen, Kupfer und Aluminium genutzt. Die Entwicklung von neuen für die MBJ-Technologie maßgeschneiderten Werkstoffen mit hoher Sinteraktivität und für spezifische

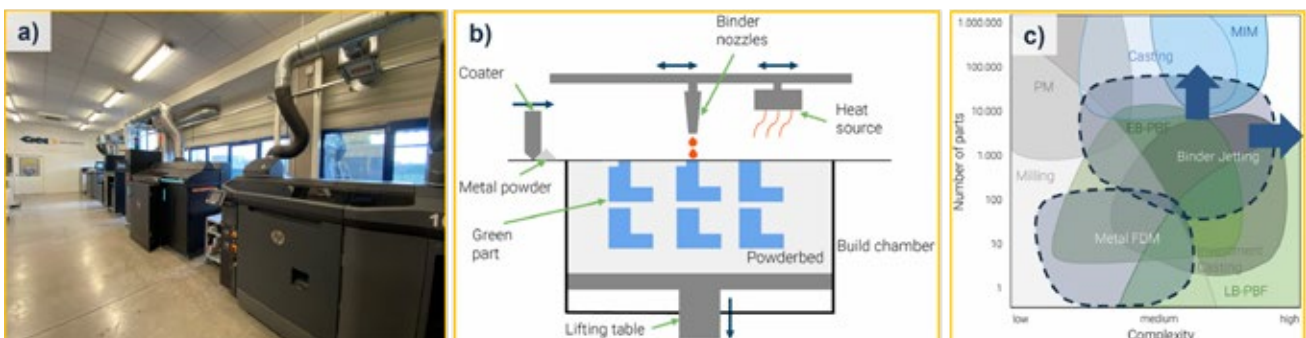


Abbildung 1: a) MBJ-Drucker bei GKN Additive. b) Grundprinzip der MBJ-Technologie. c) Eingliederung der MBJ-Technologie in weitere Fertigungsverfahren.

Enable the next generation of high-performance parts

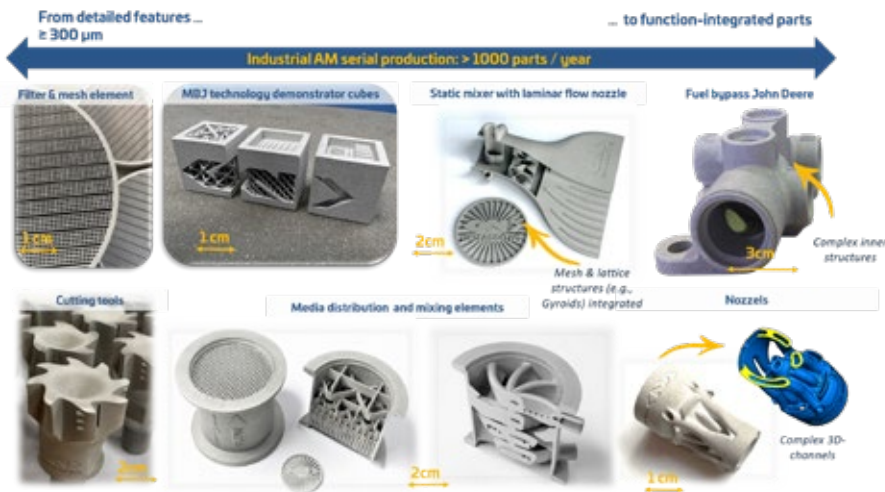


Abbildung 2: Aktuelle Möglichkeiten der MBJ-Technologie für die industrielle Serienproduktion. Quelle: GKN Additive

Anwendungsfälle passenden Werkstoffeigenschaften ist essenziell für die Ausweitung der Einsatzgebiete des MBJ. Als Beispiel ist der von GKN entwickelte Dual-Phasenstahl „Free Sintering Low Alloyed Steel, FSLA“ zu nennen. Durch eine nach der Sinterung erfolgende Wärmebehandlung weist dieser Werkstoff ein breit einstellbares Eigenschaftsprofil für Strukturbauteile im Automotive-Bereich auf.

Neben der passenden Werkstoffentwicklung ist die Prozessentwicklung entlang der MBJ-Prozesskette ein weiteres wichtiges Standbein für die Industrialisierung. Aus der mehrstufigen MBJ-Prozesskette resultieren eine Vielzahl von Prozessparametern, die individuell auf den verwendeten Werkstoff und das zu fertigende Bauteil abgestimmt werden müssen. Ziel einer Prozessentwicklung für die Serienproduktion MBJ-Bauteilen ist die Einstellung einer hohen Sinterdichte in Kombination mit mechanischen Eigenschaften, Oberflächenqualitäten und Maßhaltigkeit, die innerhalb der Spezifikation liegen.

Durch kontinuierliche Werkstoff- und Prozessentwicklung entlang der MBJ-Prozesskette ist es aktuell möglich, hochkomplexe Bauteile mit Wandstärken von 500 μm bis hin zu mehreren Zentimetern herzustellen. Dabei können Rauigkeitswerte von ca. 5 μm Ra und relative Sinterdichten von bis zu 99,5 % eingestellt werden. Dadurch können breite Anwendungsfelder ausgehend von filigranen Filtern und Gitterstrukturen über funktionsintegrierte Mediendistributionselemente hin zu Werkzeugen und Düsen adressiert werden (siehe Bild 2).

Das dritte wichtige Element für eine erfolgreiche MBJ-Serienproduktion ist die Automatisierung einzelner manueller Prozessschritte vor und nach dem eigentlichen MBJ-Prozess. Ein hohes Automatisierungspotential bieten insbesondere das Pulverhandling und Pulveraufbereitung, die Entpulverung nach dem MBJ-Prozess, die Be- und Entladung der Sinteröfen sowie die Qualitätskontrolle und Nachbearbeitung. Hierzu können beispielsweise kollaborative Roboter (Cobots) genutzt werden. Voraussetzung dazu ist die Digitalisierung und Steuerung der MBJ-Prozesskette durch das Einbinden, Auswerten und Vernetzen von Prozessdaten in Manu-

facturing Execution Systeme (MES) durch Nutzung digitaler Schnittstellen. ■



Ansprechpartner:
Dr.-Ing.
Patrick Köhnen
(GKN Additive)



Können Sie den QR-Code nicht lesen?
Treten Sie mit mir unter www.portal.nmwp.de in Kontakt.

GKN Additive

Technologische Basis

- First-Mover in der sinterbasierten additiven Fertigung / Metal Binder Jetting
- Know-how entlang der gesamten Prozesskette vom Pulver bis zum Endbauteil

Innovation

- Kosteneffektive AM-Serienfertigung mit Metal Binder Jetting

Anwendungsfeld im Automobil

- E-Mobilität, Kühlkörper, Interieur und Exterieur, Mass-Customization

Impact

- Emissionsreduktion durch leichtere und leistungsfähigere Bauteile
- Neue Designmöglichkeiten im Innen- und Außenraum
- Beschleunigen von Entwicklungszyklen

www.gknpm.com/additive

Durchgängige Datenketten für mehr Resilienz im Automobilssektor

Die regulatorischen Anforderungen des Lieferkettensorgfaltsgesetzes oder das Monitoring des CO₂-Fußabdrucks eines Produktes sind nur zwei aktuelle Herausforderungen der Automobilindustrie, die kein Akteur – und sei er noch so groß – allein bewältigen kann. Das Catena-X Automotive Network geht diese Herausforderungen daher kollaborativ an.

In sich über Jahrzehnte hinweg ausdifferenzierenden Wertketten findet ein Großteil der automobilen Wertschöpfung nicht mehr beim eigentlichen Fahrzeughersteller, sondern im Zuliefernetzwerk statt. Dies hat zur Folge, dass die Bedeutung von funktionierenden Material-, Wert- und Informationsflüssen sukzessiv ansteigt, damit die Herstellung eines Automobils effizient abläuft. Während der pandemischen Lage der vergangenen Jahre und den dadurch hervorgerufenen Verwerfungen globaler Lieferketten wurde einer gesamten Branche nachdrücklich bewusst wie fragil das gesamte Netzwerk noch immer ist. Der zu konstatierende Engpass bei der Zulieferung von Halbleitern für die Chip-Herstellung sorgte über Monate hinweg für gedrosselte Fertigungslinien.

Im vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz geförderten Projekt Catena-X wird ein Ökosystem für den gesamten Automobilssektor aufgebaut, das den geschilderten Herausforderungen begegnet und von Beginn an hochskalierend aufgesetzt ist. Das Kernelement des Netzwerks ist ein gemeinsames Angebot föderierter Daten und Dienste, das Unternehmen befähigt, die „Time-to-Market“ innovativer Lösungen zu verkürzen, Ressourcen effizienter zu nutzen sowie die Transparenz und Resilienz von Wertschöpfungsprozessen zu steigern.

Die am Projekt beteiligten Organisationen eint dabei der Fokus auf die großen Business-Herausforderungen unserer Zeit (insbes. Nachhaltigkeit, Resiliente Lieferketten, Qualität, Compliant Lifecycle Management). Zu deren Bewältigung haben sich wesentliche Akteure des Ökosystems zu einer in der Form nie da gewesenen Zusammenarbeit entschlossen, um das Netzwerk aufzunehmen. Es umfasst neben den großen deutschen Automobilherstellern auch zahlreiche bedeutende Zulieferbetriebe. Auch kleinere und mittlere Unternehmen, etwa aus dem Bereich des Recyclings sind integraler Bestandteil. Sie werden ergänzt um Technologie- und Service-

Provider, Forschungseinrichtungen und bestehende Netzwerke. Sie alle arbeiten daran, durchgängige Datenketten vom Rohstofflieferanten, über die n-Tier-Stufen und dem OEM bis hin zu Recycling-Unternehmen abzubilden; verbunden mit dem Ziel Wertschöpfungsprozesse weiter zu verbessern.

Klar ist allen beteiligten Akteuren, dass ein Netzwerk nur dann seine Schlagkraft entfaltet, wenn möglichst viele Akteure sich ihm anschließen. Dementsprechend wird die erforderliche Skalierung in Richtung Asien und Amerika von vornherein über entsprechende Formate angegangen. Das sich aufspannende Datenökosystem vereint

1. einen wirtschaftlichen Bedarf,
2. Technologie-Bausteine, z. B. zur Herstellung von Konnektivität und
3. einen rechtssicheren Rahmen zur unternehmensübergreifenden Datennutzung.

Der Catena-X Ansatz sieht dazu die Verwendung von Open Source Komponenten für die das Netzwerk befähigenden Dienste vor, die zu sogenannten KITs zusammengefasst werden. Dieser Ansatz senkt einerseits Einstiegshürden für interessierte Unternehmen ab, schafft andererseits aber auch Vertrauen in die Software-Artefakte, da der Source-Code einsehbar gestaltet ist. Dabei setzt das Netzwerk auf etablierte und vertrauenswürdige offene Standards: Beim dezentralen Aufbau des Netzwerks auf de facto Standards der International Data Spaces Association, bei der zu gewährleistenden Vertrauenswürdigkeit jedes einzelnen Akteurs auf das Trust Framework der Gaia-X AISBL und bei der Open Source Software Entwicklung auf den etablierten Governance-Strukturen der Eclipse Foundation. Die Automobilindustrie spezifisch betreffende Aspekte, etwa zum Datenmodell, werden über den dazu gegründeten Catena-X e.V. abgegolten. Individuell können von Akteuren durch das auf dieser Basis gemeinsam getragene Industry Core

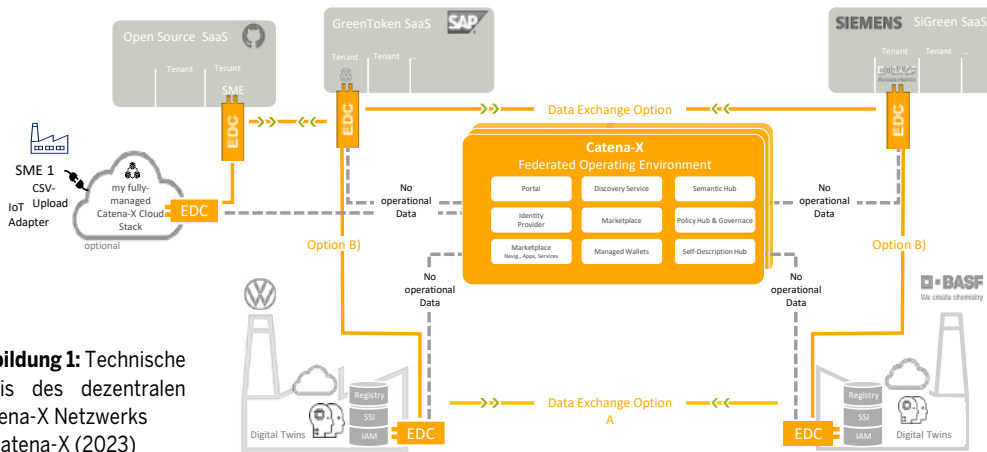


Abbildung 1: Technische Basis des dezentralen Catena-X Netzwerks
© Catena-X (2023)

Engine im operativen Betrieb Netzwerk-Effekte gehoben werden. Dies wird möglich, weil die Kommunikation durch identische Standards erleichtert und somit auch der Zugang zu sowie die Bereitstellung von Daten erleichtert wird. Zudem erlaubt es unterschiedlichen Software-Applikationen untereinander interoperabel zu sein. Das Kernversprechen des Netzwerks ist dabei, die Souveränität jedes einzelnen Anwenders zu respektieren. Daher kommt das Netzwerk auch im Gegensatz zu gängigen Geschäftsmodellen der Plattformökonomie weitgehend ohne zentrale Instanzen aus. Operative Daten verbleiben so lange beim Nutzer, bis sie explizit in einer Peer-to-Peer-Verbindung mit einem Netzwerkpartner eine Übereinkunft zur Datennutzung kommt (vgl. Abbildung 1).

Gleichwohl beinhaltet Catena-X Möglichkeiten durch angebotene Business-Applikationen Geld zu verdienen. Dies kann z. B. die Bereitstellung eines Algorithmus zur verbesserten Auslastung der eigenen Fertigungslinie sein, der Daten aus dem Netzwerk nutzt und dessen Mehrwertdienst monetär abrechnet sein kann.

Das gesamte Ökosystem ist hinsichtlich seiner Machtarithmetik so austariert, dass kein Akteur das gesamte Netzwerk beherrschen kann. Nur so kann Augenhöhe im Netzwerk gewährleistet werden. Die Konstitution des Catena-X Automotive Network umfasst mit dem öffentlich geförderten Projekt zum Aufbau des Netzwerks (nach Ablauf des Projekts überführt in eine Open Source Community), dem eingetragenen Verein als Standards verabschiedende sowie Unternehmen und Applikationen zertifizierende Instanz sowie den Betreibergesellschaften, die Basisdienste rund um die Uhr lauffähig halten. Auch beim Betrieb soll es im Sinne der Gewaltenteilung einen Wettbewerb geben, weswegen hier mehrere Akteure als Betreiber fungieren sollen.

Schlussendlich ergibt sich durch den geschilderten Aufbau ein Datenökosystem, innerhalb dessen praktizierte Geschäftsvorfälle durch die Wiederverwendung identischer Datenmodelle und/oder Daten synergetisch zueinander sind und somit für jede Organisation Einsparungen ermöglicht. Darüber hinaus ermöglicht es Unternehmen individuell bei der Digitalisierung von Prozessen einen Evolutionssprung zu vollziehen. Das Catena-X Automotive Network hat somit das Potenzial einen gesamten industriellen Sektor digital zu ertüchtigen und zu dessen nachhaltiger Wettbewerbsfähigkeit beizutragen. ■



Ansprechpartner:
Dr. Jürgen Schmelting
(Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST)



Können Sie den QR-Code nicht lesen?
Treten Sie mit mir unter www.portal.nmwp.de in Kontakt.

Catena-X Automotive Network

Technologische Basis

- Dataspaces Protocol der International Data Spaces Association (IDSA)
- Trust Framework der Gaia-X AISBL
- Open Source Entwicklung unter dem Dach der Eclipse Foundation

Innovation

- Transparenz entlang der gesamten Wertschöpfungskette
- Dezentrales Netzwerk
- Datensouveränität

Anwendungsfeld im Automobil

- CO₂-Fußabdruck
- Effizienz in automobilen Wertschöpfungsketten
- Zielgerichtete Rückrufe durch verbesserte Rückverfolgbarkeit von Bauteilen

Impact

- Effizienzsteigerung
- Qualitätsverbesserung

www.catena-x.net

cylibs kreislaufwirtschaftliches Batterierecycling

Wie kann die Mobilitätsindustrie der hohen Rohstoffnachfrage in der Europäischen Union gerecht werden? cylib bietet mit einem ganzheitlichen Recycling-Prozess von Lithium-Ionen-Batterien eine kreislaufwirtschaftliche Lösung.

Entsprechend den Pariser Klimazielen durchläuft die Mobilitätsindustrie in den kommenden Jahren umfassende Modernisierungs- und Transformationsprozesse. Hierfür sind eine solide Infrastruktur und große Mengen an batterie-relevanten Rohstoffen für die steigende Batterieproduktion erforderlich. Beides ist notwendig, um Europas strategisch problematische Abhängigkeit von Rohstoffimporten aus Drittländern zu entgehen (Abbildung 1). Nach Berechnungen des Fraunhofer ISI wird die Menge zu recycelnder Batterien in Europa im Jahr 2030 eine Menge von 420 Kilotonnen und im Jahr 2040 eine Menge von 2,1 Millionen Tonnen erreichen. Dies entspricht ungefähr der vierzigfachen Menge im Vergleich zum Jahr 2020 (Abbildung 2). In langjähriger Forschung hat cylib ein Verfahren zur effizienten, ressourcenschonenden und klimafreundlichen Rückgewinnung von wertvollen Rohstoffen entwickelt – darunter Lithium, Graphit, Nickel und Kobalt. Damit bietet cylib der Mobilitätsindustrie das, was sie benötigt: eine funktionierende Kreislaufwirtschaft und Rohstoffsicherheit.

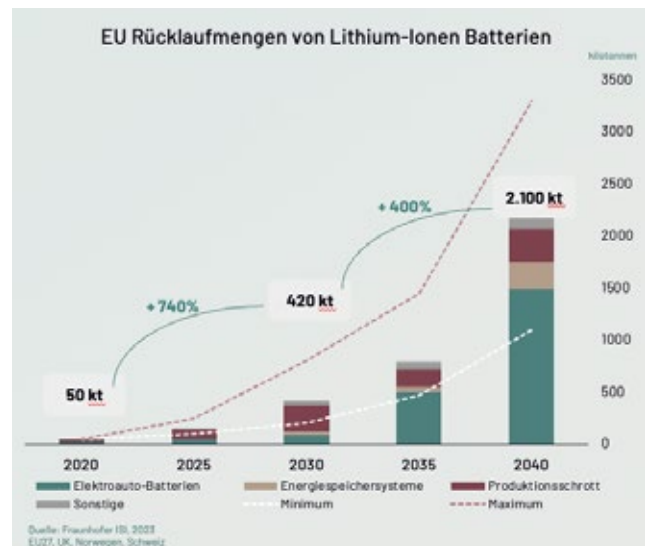
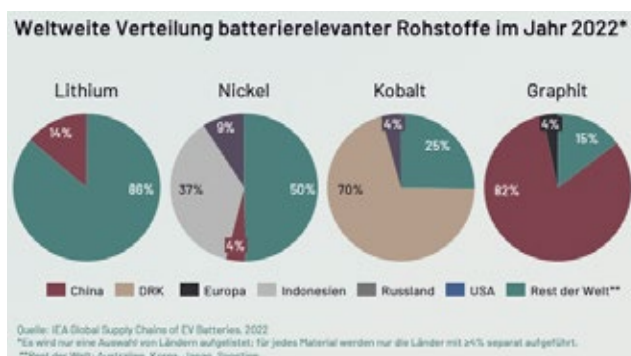


Abbildung 2: Entwicklung der Menge zu recycelnder Batterien in den Jahren 2020 - 2040

Das Recycling von Batterien am Ende ihres Lebenszyklus kann in den kommenden Jahren einen erheblichen Beitrag zur Sicherstellung von Ressourcen für die europäische Produktion neuer Batterien leisten. Doch gängige Recyclingverfahren weisen heute oft große Schwächen auf: Preisgünstigere Rohstoffe wie Lithium und Graphit werden oft nicht zurückgewonnen. Der Fokus liegt auf hochpreisigen Rohstoffen – hauptsächlich Kobalt und Nickel. Darüber hinaus beruhen viele aktuelle Verfahren auf starken Chemikalien zur Rückgewinnung der Rohstoffe, was einen negativen ökologischen Fußabdruck zur Folge hat.

Batterierecycling bei cylib – auf die Frage nach dem Umgang mit Unzulänglichkeiten im Recyclingverfahren kennt die cylib GmbH die Antwort. Das im Jahr 2022 gegründete Unternehmen zum ganzheitlichen Batterierecycling hat an der RWTH Aachen einen End-to-End Batterierecyclingprozess entwickelt, der die Rückgewinnung aller Rohstoffe innerhalb einer Batterie garantiert. Abbildung 3 zeigt einen schematischen Überblick des Prozesses: Zu Beginn werden Batteriepacks – wie sie beispielsweise in Autos verwendet werden – tiefenentladen und vordemontiert. Das Stückgewicht reicht von über 500 Kilogramm bei Automobilbatterien bis zu circa 12 Kilogramm bei Mikromobilitätsbatterien. Anschließend durchlaufen die demontierten Batterien eine thermomechanische Be-

Abbildung 1 (links): Ursprungsländer verschiedener für die Batterieproduktion notwendiger Rohstoffe

handlung. Zu diesem Zeitpunkt werden bereits die ersten Rohstoffe zurückgewonnen – Kupfer, Aluminium und Kunststoffe. In den darauffolgenden hydrometallurgischen (nass-chemischen) Schritten können unter anderem Lithium, Graphit, Nickel, Kobalt und Mangan zurückgewonnen werden. Die Recyclingeffizienz liegt bei über 90%.

Neben der Rückgewinnung aller Rohstoffe zeichnet sich der cylib-Prozess durch den geringen ökologischen Fußabdruck aus. Die Lithium- und die Graphit-Rückgewinnung ist wasserbasiert möglich und die von Kobalt, Nickel und Mangan mit einem extrem reduzierten Chemikalieneinsatz im Vergleich zum Stand der Technik.



Abbildung 3:
Schematische Schritte
des cylib-Verfahrens

Der Weg zur industriellen Umsetzung – nach der Unternehmensgründung im Juli 2022 wurde ein interdisziplinäres Team von über 40 Mitarbeitenden aufgebaut und die erste cylib-Pilotlinie innerhalb von nur neun Monaten realisiert (Abbildung 4). Das führt zum Erfolg: Heute werden im semi-industriellen Maßstab in Aachen Rothe-Erde eine halbe Tonne Batterien pro Tag recycelt. Alle dafür nötigen Prozessschritte, von der Entladung und Demontage bis hin zum finalen Lithiumprodukt, geschehen am Aachener Standort.



Abbildung 4: cylib Pilotfabrik in Aachen Rothe-Erde

Die Zukunft der europäischen Batterieindustrie – aktuell befindet sich cylib in verschiedenen Pilotprojekten mit deutschen und internationalen Automobilherstellern. In gemeinsamen Projekten werden sowohl Batterien auf ihre Recyclingfähigkeit hin bewertet und verbessert als auch recycelte Rohstoffe dem Kreislauf zugeführt. Parallel dazu laufen bereits die Planungen für die weitere Industrialisierung des cylib-Prozesses. Das Unternehmen ist im Gespräch mit verschiedenen Standorten in Nordrhein-Westfalen, um ab 2026 mehrere tausend Tonnen Batterien pro Jahr ganzheitlich zu recyceln. cylib übernimmt Verantwortung und wird der hohen Rohstoffnachfrage in der Europäischen Union gerecht – ohne auf Ausbeutung und Umweltschädlichkeit zu setzen. Das Unternehmen nutzt die aktuellen Herausforderungen der Batterieindustrie und verwandelt sie durch Kreislaufwirtschaft in Chancen. Mit cylib hat die einzelne Elektrobatterie sowie die europäische Batterieindustrie eine Zukunft. ■



Ansprechpartner:
Verena Bodenstein
(cylib GmbH)



Können Sie den QR-Code nicht lesen?
Treten Sie mit mir unter www.portal.nmwp.de in Kontakt.

cylib GmbH

Technologische Basis

- An der RWTH Aachen entwickelter End-to-End-Prozess zur Rückgewinnung aller Rohstoffe aus End-of-Life-Batterien

Innovation

- Rückgewinnung aller Rohstoffe bei niedrigem ökologischem Fußabdruck

Anwendungsfeld im Automobil

- Sicherung der Supply-Chain für Batteriematerialien
- Verringerung des ökologischen Footprints von Batterien

Impact

- Ökologisch einzigartiges Verfahren durch wasserbasiertes Lithium und Graphitrückgewinnung

www.cylib.de

Technologieträger Dachbox – Ohne Auflagen in den Markt



Tests von versch. Werkstoffen im Zusammenspiel: Oben Kohlenstoffasern, unten Cropfiber-Naturfasermaterial.
© Cropfiber GmbH

Wer neue Werkstoffe oder Technologien beim OEM oder deren Zulieferern vorstellt, ist sich der Herausforderung bewusst, dass zahlreiche Prüfungsnormen und Tests unter Realbedingungen abgefragt werden. Insbesondere bei Schlüsseltechnologien, welche mehr Nachhaltigkeit bei gleichbleibender Performance bieten, möchte man jedoch „schnell im Markt sein“.

Im Jahr 2020 war der erste Prototyp der ASPHALTKIND Dachbox auf der Straße. Insbesondere durch Instagram und LinkedIn sowie zwei TV-Ausstrahlungen im Jahr 2021 bei den „Tagesthemen“ und der „Höhle der Löwen“ wurde die Performance-Dachbox im B2C-, aber auch im B2B-Bereich bekannt.

Letzteres entpuppte das riesige Potential der Dachbox: „Die Verwendung der Dachbox als Technologie- und Werkstoffträger, um neuartige Materialien und Technologien ohne hohe Hürden und Auflagen in den Automotive-Markt einzuführen und zu testen.“

Bei der ASPHALTKIND Dachbox wurde der Fokus in der Entwicklung auf Aerodynamik, Stabilität, Gewicht und Design gelegt. Mit der Verwendung von Naturfasern im Sichtbauteilbereich ist die Cropfiber GmbH, das Unternehmen hinter der Marke ASPHALTKIND, Pionier.

Forschungsinstitute, Entwicklungsabteilungen bei OEMs und Zulieferern sowie verschiedene KMUs beschäftigen sich seit einigen Jahren mit Flachs als Ersatzwerkstoff für Glas- und Kohlenstofffasern. Die Dachbox der Cropfiber GmbH ist jedoch das erste Produkt im normalen Straßenverkehr, das die Naturfasern im Exterieur-Bereich sichtbar zeigt und zudem im Realeinsatz ist. Dadurch wird fortlaufend Know-How aufgebaut.

Dieser Fakt führte in der Vergangenheit dazu, dass die Ende 2022 in den Markt eingeführte Dachbox zu Anfragen im B2B-Bereich führte. Einerseits um das aufgebaute Know-How im Bereich Engineering und Fertigung von

nachhaltigeren Leichtbaubauteilen zu nutzen und andererseits, um neu entwickelte Technologien und Werkstoffe in oder an der Dachbox zu testen!

Vier Beispiele aus der Praxis:

Elektrische Ver- und Entriegelung

Einer der Alleinstellungsmerkmale der Dachbox ist das elektrische Schließsystem. Die Box lässt sich via Fernbedienung öffnen, womit der Komfort erhöht wird. Hiermit eröffnen sich für Hersteller aus den Bereichen Schließsystem, Aktuatoren sowie Sensoren Möglichkeiten, innovative Systeme zu verbauen und zu testen.

Die Anforderungen an die Systematik in der Dachbox sind nahezu identisch zu einem System in der Heckklappe eines Autos. Somit wäre es beispielsweise möglich, einen neuartigen Aktuator unter Realbedingungen ohne hohe Hürden auf Herz und Nieren in der Dachbox zu testen.

Neuartige Leichtbauwerkstoffe und Fertigungsverfahren

Ein weiteres Beispiel ist der Einsatz von neuen Werkstoffen. Somit wurde gemeinsam mit Zulieferern und Instituten aus dem Werkstoffbereich eine Oberschale der Dachbox aus Cellulose-Material realisiert. Ziel der Zusammenarbeit ist es, das Material für großflächige mechanisch beanspruchte Bauteile weiterzuentwickeln. Mit der Dachbox sind über Labortests hinaus der Einsatz im realen Umfeld möglich. Auch beeindruckt ein fertiges Bauteil bei potenziellen Abnehmern und auf Messen.



Nutzung der Dachbox auf einem Sportwagen als Marketingtool für eigene und externe Entwicklungen/Produkte. © Cropfiber GmbH



Einsatz von Cellulosefaser-Gewebe bei der Oberschale © Cropfiber GmbH

Effiziente Faserverbundbauteilfertigung

Die Kosten, um ein Faserverbundbauteil herzustellen, sind hoch. Kostentreiber sind Material und Personal. Auch hier agiert der Technologieträger Dachbox als Baustein für neue Fertigungsanlagen und -ideen.

Marketing und Schaffung von Vertrauen

Unabhängig von der Werkstoff- und Technologieentwicklung anhand der Box ist es möglich, Akzeptanz und Reichweite aufzubauen. Mit der zugegebenermaßen polarisierenden Wirkung einer Dachbox auf einem Porsche 911 ist das Thema Nachhaltigkeit nicht direkt das Erste, woran man denkt. Aber durch das Polarisieren konnte Aufmerksamkeit auf das Thema gelegt und eine gewisse (mediale) Reichweite erlangt werden. Dies kann bei einem partnerschaftlichen Projekt eingebracht werden.

Grauzone Gepäck auf dem Dach

Um die Dachbox als Technologie- und Werkstoffträger zu verwenden, gibt es sicherlich ein paar Hürden, so denkt man sich. Man nimmt im öffentlichen Straßenverkehr teil, erreicht auf den „freien“ Autobahnabschnitten in Deutschland Geschwindigkeiten jenseits der 200km/h und man muss sicherlich langwierige Tests bezüglich Fußgänger- und Crashesicherheit einplanen.

Bei der Dachbox heißt das Zauberwort „Drehknäufe“. Durch das händische Befestigen der Dachbox am Auto, fällt es unter „Ladung auf dem Dach“ und ist gleichzusetzen, wie das Transportieren einer Leiter mit Spanngurten.

Frei nach dem Zitat von Henry Ford „Wenn alle zusammen nach vorne schauen, kommt der Erfolg von selbst.“, ist es möglich, insbesondere in der Automotiv-Branche, durch die Dachbox einen Kosten- und Wettbewerbsvorteil zu erzielen. Neben Werkstoffen können Technologien wie auch Produkte und Systeme getestet werden.

Das Klima ändert sich fortlaufend und wartet nicht auf Bürokratie und langwierige Tests. Im Sinne der Nachhaltigkeit gibt es verschiedenste Ansätze und Schlüsseltechnologien, welche im Sprint an den Markt gebracht werden sollten. Zu schade wäre es, wenn der Marktzugang an Zulassungen oder an einzelnen Entscheidern, welche zu großes Risiko wittern, scheitert. ■



Ansprechpartner:

Nils Freyberg
(Cropfiber GmbH mit der Marke ASPHALTKIND)



Können Sie den QR-Code nicht lesen?
Treten Sie mit mir unter www.portal.nmwp.de in Kontakt.

Cropfiber GmbH

Technologische Basis

- Fertiges Produkt, welches sich im Markt befindet
- Faserverbundleichtbau
- Naturfasern
- Intelligente Schließsystem-Elektronik

Innovation

- Technologie- und Werkstoffträger Dachbox
- Leichtbaubauteile aus Naturfasern
- Einsatz neuer Technologien und Werkstoffe anhand der Dachbox

Anwendungsfeld im Automobil

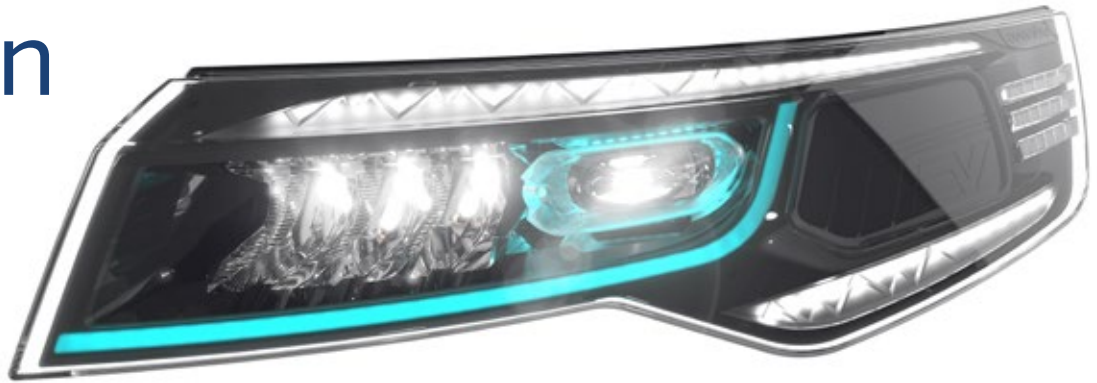
- Dachbox
- Verkleidungsbauteile
- Sichtbauteile Interieur und Exterieur
- Leichtbau
- Elektronik und Sensorik

Impact

- Zügiger Markteintritt mit nachhaltigem Werkstoff
- Reduktion CO₂ im Herstellprozess Material
- Verbesserung Recyclingfähigkeit
- Speicherung von CO₂
- CO₂ Reduktion ohne Kompromisse

<https://cropfiber.de> | <https://asphaltkind.de>

Kunststoffe treiben die Mobilität der Zukunft voran



Im Durchschnitt sind Menschen täglich zwischen 60 und 90 Minuten unterwegs. Und mit einem Anteil von 45 Prozent ist der PKW immer noch das beliebteste Verkehrsmittel. Die traditionellen, auf fossilen Brennstoffen basierenden Fahrzeuge beschleunigen jedoch auch den Klimawandel.

Der Mobilitätssektor braucht deshalb Materiallösungen, die nachhaltiger, intelligenter und individueller sind. Covestro, einer der größten Hersteller von Polyurethan- und Polycarbonat-Rohstoffen, zeigt, dass Kunststoffe das Material der Wahl für die Zukunft der Mobilität sein können.

Das Ziel von Covestro ist es, die Leistung zu verbessern und gleichzeitig ein individuelles, benutzerfreundliches Innendesign zu schaffen. Eine individuelle Note kann beispielsweise durch den Einsatz von lichtdurchlässigen Komponenten und farblich anpassbarer Ambientebeleuchtung erreicht werden. Das Unternehmen will dieses verbesserte Fahrerlebnis auch mit funktionalen Verbesserungen in Bezug auf Nachhaltigkeit und Sicherheit verbinden.

Recycling: Reduzierung der Emissionen

Autos verursachen nicht nur Emissionen auf der Straße, sondern auch „versteckte“ Emissionen bei ihrer Herstellung. Um diesen CO₂-Ausstoß zu reduzieren, liegt die Zukunft in der Verwendung von recycelten Kunststoffen aus mechanischen und chemischen Recyclingverfahren, biozirkulären Kunststoffen und zirkulären Designlösungen. Covestro will diese vier Ansätze nutzen, um sein Ziel zu erreichen, bis 2035 klimaneutral zu werden. Die ersten Schritte sind bereits getan: So verwendet EVBox, ein niederländischer Hersteller von Wandladestationen, für seine Produkte bereits das weltweit erste Polycarbonat in Automobilqualität von Covestro (Makrolon® RE), das von der Wiege bis zum Tor klimaneutral ist. Es wird mit

erneuerbarer Energie und Rohstoffen aus massenbilanzierten organischen Abfällen hergestellt. Darüber hinaus entwickelten Covestro und seine Partner im Rahmen des öffentlich geförderten Projekts NALYSES unter anderem ein Konzept für einen umweltverträglichen Autoscheinwerfer, der leichter recycelt werden kann als ihre konventionellen Pendanten aus einem Materialmix (Abb. 1). Autoscheinwerfer sind komplexe Produkte, die in Zukunft zerlegt und separat recycelt werden müssen, wie es der aktuelle Vorschlag der Altautoverordnung vorsieht, der noch ratifiziert werden muss. Darüber hinaus bietet Covestro ein Portfolio von mechanisch recycelten Materialien für den Automobilmarkt an und hat kürzlich angekündigt, in das chemische Recycling von Polycarbonat zu investieren.

Elektrofahrzeuge: Zunehmend beliebt

Elektroautos sind nicht nur umweltfreundlicher, sondern werden auch immer beliebter. Materiallösungen können dazu beitragen, die Reichweite und Sicherheit von Elektrofahrzeugen zu erhöhen. Das leichte Polycarbonat kann die schweren Batterien bis zu einem gewissen Grad ausgleichen und ist besonders geeignet, um die Aerodynamik von Fahrzeugen zu verbessern. Da das Material ein guter Isolator ist, macht es die Batterien sicherer und verringert das Risiko von Kurzschlüssen und Bränden. Der Covestro Adelle, ein zukunftsweisender Solar-Rennwagen, der ausschließlich von der Sonne angetrieben wird, ist ein weiteres Beispiel dafür, wie Covestro alternative Formen der Mobilität unterstützt. Das Un-

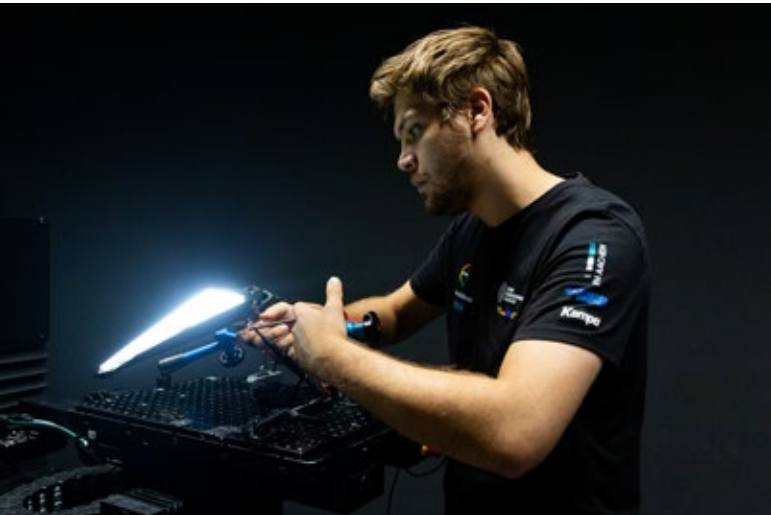


Abbildung 1 (S. 38): Ziel des Forschungsprojekts NALYSES ist es, die Nachhaltigkeit von komplexen Produkten wie Scheinwerfern über ihren gesamten Lebenszyklus zu optimieren. Covestro ist an dem von HELLA geleiteten Projekt beteiligt und hat unter anderem ein Konzept für einen Monomaterial-Scheinwerfer entwickelt, der nur aus Polycarbonat besteht und somit leicht recycelt werden kann. © Covestro

Abbildung 2 (links): Scheinwerfer des Solar-Rennwagens Covestro Adelle mit Makrolon® TC zur Gewichtsreduzierung um 40 % bei gleichem Thermomanagement im Vergleich zu Aluminium. © Team Sonnenwagen

Abbildung 3 (rechts): Der Automobilzulieferer Webasto hat kürzlich den Prototyp eines ästhetischen und voll integrierten Sensor-Dachmoduls für autonomes Fahren vorgestellt. Polycarbonat-Kunststoffe von Covestro ermöglichen eine leichte, ästhetische und langlebige Bauteilkonstruktion. © Webasto Group

ternehmen liefert innovative Materiallösungen für dieses Auto, das vom Team Sonnenwagen an der RWTH Aachen entwickelt und gebaut wurde. Ein Paradebeispiel dafür ist die Verwendung von Makrolon® TC als Kühlkörper in den Scheinwerfern des Fahrzeugs, ein wärmeleitfähiges Polycarbonat, das es dem Team ermöglichte, das Gewicht des Kühlkörpers im Vergleich zu einem traditionell verwendeten Aluminiumkühlkörper um 40 Prozent zu reduzieren (Abb. 2). Das "Sonnenwagen"-Team hat bereits mehrfach an der Bridgestone World Solar Challenge in Australien teilgenommen, das als härtestes Solarautorennen weltweit gilt.

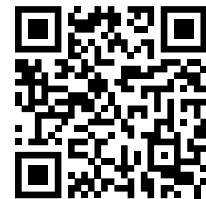
Autonomes Fahren: Intelligent und sicher

Das autonome Fahren macht rasche Fortschritte. Die Fahrzeuge müssen zuverlässig und effizient arbeiten und benötigen eine Vielzahl von Sensoren. Kunststoffe können die Entwicklung des autonomen Fahrens unterstützen. Wichtige elektronische Elemente können in nahtlose Karosserien aus Polycarbonat eingebaut werden, darunter Antennen, Kameras und Sensoren für die LiDAR-Technologie (Abb. 3). Auf diese Weise trägt Covestro mit Materialien und Konzepten zur Konnektivität der Zukunft bei.

Diese aktuellen Entwicklungen zeigen, dass Kunststoffe in der Zukunft der Mobilität eine wichtige Rolle spielen können – vor allem bei innovativen, klimafreundlichen Lösungen, die Elektrofahrzeuge und autonomes Fahren voranbringen und das persönliche Reisen zukunftsfähig machen. ■



Ansprechpartner:
Dr. Fabian Grote
(Covestro
Deutschland AG)



Können Sie den QR-Code nicht lesen?
Treten Sie mit mir unter www.portal.nmwp.de in Kontakt.

Covestro Deutschland AG

Technologische Basis

- Zirkuläre Designlösungen
- Sensor-Technologie

Innovation

- Recycling
- Sicherheit
- Konnektivität

Anwendungsfeld im Automobil

- Ladestation
- Scheinwerfer
- Batterie
- Sensor-Modul

Impact

- Nachhaltigkeit
- Sicherheit
- Autonomes Fahren

www.covestro.com

H₂-Gassensorik für das Automobil der Zukunft

Die H₂-Gassensorik spielt eine entscheidende Rolle in der Sicherstellung, der Zuverlässigkeit und Effizienz von neuen Automobil-Antrieben. Sie ermöglicht die präzise Messung von H₂-Konzentrationen, um potenzielle Gefahren zu erkennen und den Betrieb der neuen Antriebe zu optimieren.



Abbildung 1: H₂-Sensor NEO9XXHT
© neoxid group

In einer Welt, in der nachhaltige Mobilität immer mehr an Bedeutung gewinnt, wird Wasserstoff als eine vielversprechende Alternative zu herkömmlichen Antriebsarten gehandelt. Wasserstoff-Brennstoffzellen und Wasserstoff-Verbrennungsmotoren haben das Potenzial, den Verkehrssektor zu revolutionieren und die Umweltbelastung zu reduzieren. Eine Schlüsselkomponente, um diese Technologien sicher und effizient zu betreiben, ist die H₂-Gassensorik. Es gibt diverse gut bekannte H₂-Sensorprinzipien. Keines dieser Sensorprinzipien alleine erfüllt die hohen Anforderungen der Automobiler an H₂-Konzentrationsauflösung, Druck-, Temperatur- und Feuchtebereich. Anders bei den Sensoren der neo hydrogen sensors GmbH. Aus langjähriger Erfahrung und diversen Entwicklungsprojekten mit Automobilbauern und deren Zulieferern ist es gelungen, automobilkonforme H₂-Gaskonzentrationsensoren zu entwickeln. Es bedarf einer Kombination aus verschiedenen Einzelsensoren, die teilweise nanostrukturiert sind, gekoppelt mit intelligenten Algorithmen. Die neo hydrogen sensors GmbH bietet neue H₂-Konzentrationsensoren fürs Automobil der Zukunft an, die im Folgenden anhand von drei unterschiedlichen Anwendungsbeispielen wie Wasserstoff-Brennstoffzellen betriebene Elektrofahrzeuge, Fahrzeuge mit Wasserstoff-Verbrennungsmotoren und Elektrofahrzeuge mit klassischen Batterien dargestellt werden.

1. H₂-Sensor für Wasserstoff-Brennstoffzellen-Elektrofahrzeuge

Der Wasserstoff-Brennstoffzellen-Sensor NEO9XXHT (Abb.1) ist ein technologischer Meilenstein in der Entwicklung von Elektrofahrzeugen mit Brennstoffzelle

(Fuel Cell Electrical Vehicle, FCEV). Der Sensor misst präzise die Wasserstoffkonzentration im Anoden-Rezirkulationskreis einer Brennstoffzelle (0-100 vol.-%), im Abgas einer Brennstoffzelle (0-10 vol.-%) oder in der Fahrerkabine (0-5 vol.-%). Durch die Echtzeitüberwachung ermöglicht er eine optimale Betriebsführung, er verhindert unerwünschte Effekte wie Über- oder Unterdosierung von Wasserstoff oder warnt vor zu hohen gefährlichen H₂-Konzentrationen in der Fahrerkabine oder im Abgas. Die innovative Technologie hinter diesem Sensor beruht auf hochsensiblen Nanomaterialien, die speziell für die Detektion von Wasserstoffgas entwickelt wurden. Diese Materialien ermöglichen eine äußerst schnelle und präzise Messung, was die Effizienz und Sicherheit von Wasserstoff-Brennstoffzellen erheblich steigert.

2. H₂-Sensor für Wasserstoff-Verbrennungsmotor

Für H₂-Verbrennungsmotoren (Internal Combustion Engine, ICE) ist ein zuverlässiger Gassensor im Abgas von entscheidender Bedeutung. Der NEO952 (Abb. 2) gewährleistet eine sichere und effiziente Verbrennung von Wasserstoff, was zu einer optimalen Leistung und niedrigeren Abgas-Emissionen führt. Es kann somit im Abgas von Verbrennungsmotoren (0-5 vol.-%) bei Temperaturen von bis zu 400 °C präzise gemessen werden. Der Sensor für Wasserstoff-Verbrennungsmotoren basiert auf einer speziell entwickelten Kombination aus katalytischen Materialien und fortschrittlichen Detektionstechniken auf Wärmeleitfähigkeitsbasis. Das katalytische Material besteht aus Pt-Nanopartikel auf nanostrukturiertem TiO_x (REM-Bild Abb. 3). Die Pt-Nanopartikel bringen den Wasserstoff zur Dissoziation und das nanos-



Abbildung 2: H₂-Sensor NE0952
© neoxid group

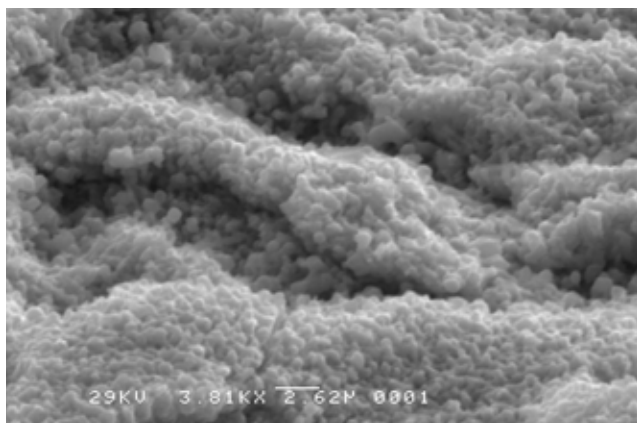


Abbildung 3: Pt/TiOx REM-Aufnahmen © neoxid group

trukturierte TiOx bringt den Sauerstoff aus der Abluft zur Adsorption, so dass beide Gas zu Wasser und Wärme reagieren können. Diese Kombination ermöglicht eine äußerst genaue Messung der Wasserstoffkonzentration im Verbrennungsluftstrom, was zu einem effizienten und umweltfreundlichen Antrieb führt.

3. H₂-Sensor für Batterie-Elektrofahrzeuge

Wie jüngste Ereignisse zeigen ist die Explosion von klassischen batteriebetriebenen Elektrofahrzeugen (Battery Electrical Vehicle, BEV) nicht selten. Die H₂-Gassensorik könnte in Zukunft eine entscheidende Rolle spielen, da Minuten vor einer Explosion bzw. dem Metallbrand Wasserstoff ausgestoßen wird. Der H₂-Sensor NEO1002 (Abb. 4) überwacht neben der Wasserstoffkonzentration auch den Druck, die Temperatur und die Feuchte in der Batterie. Somit lassen sich u.a. ein Thermisches Durchgehen (engl. thermal runaway) der Batterie frühzeitig detektieren und vor einem Batterie-Metallbrand warnen. Durch den Einsatz hochentwickelter Sensortechnologie, die speziell auf die Anforderungen von Elektrofahrzeugen zugeschnitten ist, wird die Effizienz des Gesamtsystems optimiert und ein sicherer Betrieb der Batterie gewährleistet.

Fazit

Die Entwicklung von präziser H₂-Gassensorik für hohe Druck-, Temperatur- und Feuchtebereiche ist ein entscheidender Schritt auf dem Weg zu einer nachhaltigeren Mobilität. Die vorgestellten Sensoren für Wasserstoff-Brennstoffzellen, Wasserstoff-Verbrennungsmotoren und Elektrofahrzeuge stellen als Schlüsselkomponenten einen bedeutenden Fortschritt dar, der die Effizienz und Sicherheit dieser Technologien erheblich verbessert. ■

Abbildung 4: H₂-Sensor NEO1002
© neoxid group



Ansprechpartner:
Dr. Dieter Ostermann
(neoxid group)



Können Sie den QR-Code nicht lesen?
Treten Sie mit mir unter www.portal.nmwp.de in Kontakt.

neoxid group

Technologische Basis

- Smart actors
- Nanostrukturierte Pt/TiOx-Chips
- Sensorik
- Wärmeleitfähigkeitssensorik

Innovation

- Safety & Security

Anwendungsfeld im Automobil

- Sicherheit
- Neue Antriebe

Impact

- Effizienzsteigerung
- Unfall- und Gefahrenvermeidung

www.neohysens.de



PVD-Beschichtungsanlagen für Bipolarplatten

Der Bedarf an Bipolarplatten für H_2 -Brennstoffzellen wird bereits kurzfristig rasant ansteigen. Die KCS Europe GmbH baut Anlagen für die Beschichtung metallischer Bipolarplatten für die Serienproduktion.

Vor dem Hintergrund der Einhaltung der Klimaziele wird Wasserstoff (H_2) als Energieträger eine zentrale Rolle in der internationalen Energiewirtschaft der Zukunft spielen. Hierbei kann gasförmiger H_2 beispielsweise zusammen mit Sauerstoff H_2 -Brennstoffzellen zugeführt werden und in der sogenannten „kalten Verbrennung“ in Strom, Wasser(-dampf) und Wärme umgewandelt werden. Mit dem entstehenden Strom wiederum kann ein Elektromotor betrieben werden, der beispielsweise in einem PKW verbaut ist. Heutzutage sind bereits einige PKW-Modelle auf dem Markt erhältlich, die mit H_2 -Brennstoffzellen betrieben werden, wobei sich das Angebot schon in naher Zukunft deutlich vergrößern wird. Eine Schlüsselkomponente der H_2 -Brennstoffzellen – wie auch von H_2 -Elektrolyseuren – bilden die Bipolarplatten, die perspektivisch aus Kosten- und Designgründen vornehmlich aus Metallen, wie z. B. Stahl, hergestellt werden. Die Bipolarplatten haben einige ganz wesentliche technische Funktionen in den Brennstoffzellen. So sorgen sie bspw. für eine homogene Zufuhr der Reaktionsgase, räumliche Trennung der Halbzellen sowie auch die Abfuhr der entstehenden Reaktionswärme. Zudem stellen sie eine gewisse mechanische Stabilität sicher. Pro PKW werden hierbei mehrere Hundert Bipolarplatten benötigt, die in sogenannte Stacks verbaut werden.

Einer der zentralen Herstellungsschritte bei der mehrstufigen Herstellung von Bipolarplatten ist die Beschichtung, da die Bipolarplatten in der H_2 -Brennstoffzelle unter anderem einer korrosiven Umgebung ausgesetzt sind. Die

Korrosion führt zu der Bildung von elektrisch isolierenden Deckschichten auf der Oberfläche der Bipolarplatten, die in einer vermeidbaren Verringerung des Wirkungsgrades der H_2 -Brennstoffzellen resultiert.

Abhilfe können hier nur geeignete Beschichtungen leisten, die in der Regel über PVD-Verfahren (Physical Vapour Deposition) auf der Bauteiloberfläche abgeschieden werden. Bei dieser physikalischen Gasphasenabscheidung handelt es sich um einen technisch anspruchsvollen Beschichtungsprozess, bei dem unter Vakuum zunächst Material aus sogenannten Targets in die Gasphase überführt wird. Anschließend wird das Target-Material auf das zu beschichtende Bauteil hin beschleunigt und dort abgeschieden. Durch diesen sich wiederholenden Vorgang wird eine dünne Beschichtung mit vordefinierter chemischer Zusammensetzung und einstellbarer Schichtdicke auf der Bauteiloberfläche aufgebaut. Die zwei bekanntesten Vertreter der PVD-Verfahren sind das Arc-PVD-Verfahren (Lichtbogenverdampfen) sowie das Sputtering. Ein klarer Vorteil von PVD-Verfahren im Vergleich zu den ebenfalls am Markt etablierten CVD-Verfahren (Chemical Vapour Deposition) liegt insbesondere in der Möglichkeit, den Beschichtungsprozess bei geringeren Temperaturen oder sogar bei Raumtemperatur ablaufen zu lassen. Denn unter hohen Temperaturen wird die Mikrostruktur des zu beschichtenden Bauteils unnötig beansprucht oder sogar deutlich nachteilig verändert.

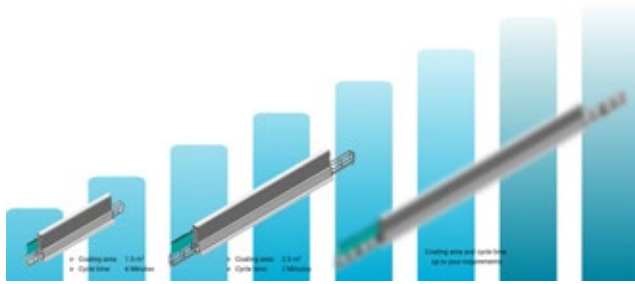


Abbildung 1

Das 2009 gegründete Unternehmen KCS Europe GmbH mit Sitz in Monschau ist Spezialist in der Entwicklung und dem Bau von konventionellen und kundenspezifischen PVD-Beschichtungsanlagen für verschiedenste Bauteile mit komplexen Geometrien, wie z.B. Werkzeugkomponenten oder Spezialbauteile für PKWs. Hierbei vertriebt das Unternehmen neben Arc-PVD-Anlagen auch Anlagen zum Sputtering. Der einzigartige modulare Aufbau der Anlagen der KCS Europe ermöglicht es, mehrere Beschichtungsmodule hintereinander zu schalten (In-Line-Variante), um in einem automatisierten Prozess größere Mengen an Bauteilen gleichzeitig in möglichst kurzer Zeit zu beschichten (s. Abbildung 1).

Neben dem Know-how im Anlagenbau verfügt das Unternehmen zudem über das nötige Spezialwissen hinsichtlich der konkreten Schichtzusammensetzung und -optimierung je nach Kundenanforderung.

Die KCS Europe treibt aktiv verschiedene F&E-Vorhaben im Kontext von PVD-Beschichtungsanlagen und den entsprechenden Beschichtungen für die H_2 -Wirtschaft voran. So ist das Unternehmen durch das Mitwirken an dem H_2 -Leitprojekt der Bundesrepublik „ H_2 Giga“ sowie an dem durch Mittel des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) geförderten Vorhaben „FlyGO“ bestens vernetzt und fester Bestandteil der H_2 -Community. Im Rahmen des Vorhabens „BiPolarPilot“ (ebenfalls EFRE) hat die KCS Europe erst kürzlich erfolgreich eine Pilotanlage zur Beschichtung von Bipolarplatten für Brennstoffzellen entwickelt. Die erheblich verbesserte Korrosionsresistenz der beschichteten Bipolarplatten aus Edelstahl konnte bereits vom Kooperationspartner, dem Zentrum Für BrennstoffzellenTechnik GmbH (ZBT) aus Duisburg, nachgewiesen werden (s. Abbildung 2). So liegt der Kontaktwiderstand der beschichteten Bipolarplatten auch nach dem Korrosionstest mit $< 0,6 \text{ m}\Omega\text{cm}^2$ noch deutlich unter dem von der DoE definierten Richtwert von $10 \text{ m}\Omega\text{cm}^2$.

Aufbauend auf den Erkenntnissen aus dem Vorhaben „BiPolarPilot“ entwickelt die KCS Europe GmbH aktuell bereits Beschichtungsanlagen für die Serienfertigung und liefert diese an internationale Kunden. Der modulare Aufbau ermöglicht je nach Kundenanforderung grundsätzlich auch eine weitere Skalierung der Anlagentechnik. Hierbei sind verschiedenste Anwendungsfelder denkbar. ■

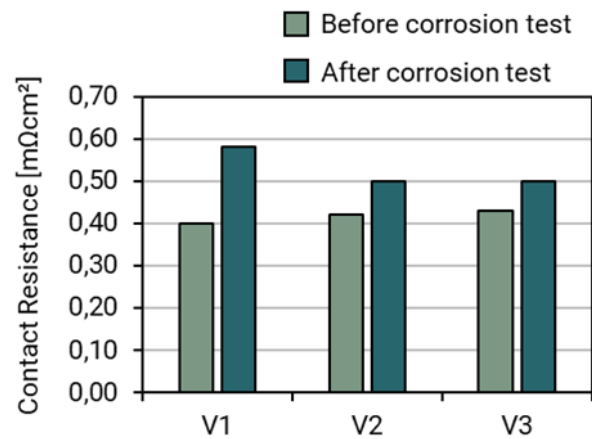
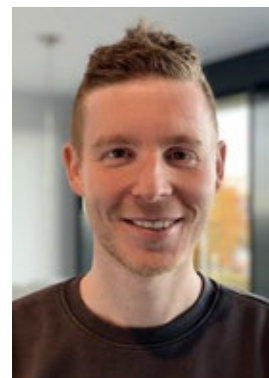


Abbildung 2



Ansprechpartner:
Dr.
Martin Welters
(KCS Europe GmbH)



Können Sie den QR-Code nicht lesen?
Treten Sie mit mir unter www.portal.nmwp.de in Kontakt.

KCS Europe GmbH

Technologische Basis

- PVD-Beschichtungsanlagen
- PVD-Beschichtungen
- Kundenspezifische Konfigurationen

Innovation

- Modularer Aufbau von PVD-Beschichtungsanlagen
- In-Line- und Batch-Konfigurationen zur Serienfertigung

Anwendungsfeld im Automobil

- PVD-Beschichtungen für Bipolarplatten
- PVD-Beschichtungen für mechanisch/chemisch hoch beanspruchte Spezialbauteile
- PVD-Beschichtungen zur Einstellung u.a. mechanischer, elektrischer und adhäsiver Eigenschaften

Impact

- Verlängerung der Lebensdauer von Komponenten
- Verschleiß-, Oxidations- und Korrosionsschutz
- Ressourcen- und Materialeffizienz
- Kosteneffiziente Herstellung von Bipolarplatten in industriellem Maßstab für verschiedenste Anwendungen, von stationären Lösungen hin bis zum Automobil

kcs-europe.com

Effizientere Technologien für die Massenfertigung von komplexen Glaskomponenten.



Abbildung 1: Hochpräzisionsgeformtes HUD-Spiegelsubstrat bei Taktzeit unter 2 min. ©Vitrum Technologies GmbH

Premiumhersteller sehen neue Einsatzfelder von technisch anspruchsvollen Glaskomponenten für das Automobil der Zukunft. Mit den gegenwärtigen Produktionstechnologien ist eine ökonomische Herstellung dieser Bauteile nicht darstellbar. Vitrum Technologies GmbH ermöglicht den Durchbruch zur kostengünstigen Massenproduktion.

Im Automobilsektor gibt es einen wachsenden Bedarf an Produkten aus Dünnglas, z.B. 3D-Glasabdeckungen für Displays, Mittelkonsolen, Lautsprecher etc. oder als Teil des Optiksystems in Head-up-Displays.

Vorteile von Glaskomponenten im Automobil der Zukunft

Glas zeichnet sich durch eine Vielzahl positiver Eigenschaften aus^{1,2}:

- Hoher ästhetischer Mehrwert durch visuelle und haptische Wahrnehmung von Glaskomponenten im Interieur.
- Hohe Kratzfestigkeit insbesondere durch thermische oder chemische Härtung.
- Beständigkeit gegenüber thermischen Einflüssen und Solarisation, sowie verschiedenen Medien und Reinigungsmitteln (wichtig für Shared-Mobility Anwendungen)
- Integrierbarkeit von Schaltkreisen

Herausforderungen und Limitation der bestehenden Verfahren

Die Herausforderungen sind höhere Formkomplexität, Genauigkeit und Produktvarianten mit der Notwendigkeit

die Stückzahlkosten zu senken. Zum Beispiel weisen Head-Up-Displays (HUD) ausschließlich Freiformgeometrien auf. Ästhetisch anspruchsvolle Mittelkonsolen sind in mehreren Achsen komplex verstreckt und weisen die Kombination konkaver und konvexer Elemente auf.

Bisher verwendete Herstellungsmethoden mittels Schleifen und Polieren sind aufgrund der eingeschränkten Bearbeitungsfähigkeit für Dünngläser in Bezug auf den Bruch und hinsichtlich der zeitlichen und örtlichen Länge der Prozesskette ökonomisch nicht darstellbar³.

In einem Hochlohnland wie Deutschland sind die oft manuelle Reinigung und Bestückung für jeden einzelnen der Schleif- und Polierschritte problematisch. Ferner gehen bei Freiformgeometrien die Skalierungspotentiale der direkten Herstellungsmethode aufgrund aufwendiger Werkzeugkinematiken nahezu vollständig verloren. Die Verfahren Schleifen und Polieren sind energieintensiv und es fallen umweltbelastende Polierrückstände an.

Lösungsansatz

Replikative (umformende) Technologien sind ein vielversprechender Ansatz, um die oben genannten technischen



Abbildung 2: 4-in-1 Anlage zur Dünnglasumformung der Firma Vitrum Technologies ©Vitrum Technologies GmbH

und wirtschaftlichen Herausforderungen zu überwinden. Hierbei wird ein Formwerkzeug eingesetzt. Die Oberflächenqualität und Formtreue des Formwerkzeugs sind maßgeblich für die Qualität der Endprodukte⁴.

Formwerkzeug und Glas werden auf eine für die Umformung geeignete Temperatur gebracht und unter Einwirkung von Kraft in die Zielgeometrie überführt. Je nach Komplexität der Endprodukte kann die umformende Prozesskette schon bei niedrig dreistelligen Stückzahlen effizienter sein als eine konventionelle Fertigung.

Replikative Prozessketten stellen jedoch Hersteller vor große Herausforderungen. Viele der positiven Glaseigenschaften gehen mit einer sehr hohen Verarbeitungstemperatur des Glases einher. Maschinentemperaturen von weit über 1000 °C sind daher keine Seltenheit. Gleichzeitig müssen die Endprodukte eine Maßhaltigkeit im niedrig zweistelligen µm-Bereich aufweisen. Die Fertigungskosten und Standzeiten der Formwerkzeuge sind somit maßgeblich für die Kostenstruktur umformender Prozessketten. In der Industrie werden gegenwärtig isotherme Verfahren eingesetzt, bei denen Glas und Formwerkzeug gleichzeitig erwärmt werden. Die Folge sind Taktzeiten i.d.R. Größenordnung von 30 Minuten bis zu mehreren Stunden. In direkter Konsequenz sind die langen Taktzeiten isothermer Verfahren verantwortlich für die reduzierte Lebensdauer der Formwerkzeuge.

Erweiterter Lösungsansatz

Das Besondere an Vitrum Technologies Konzept ist die Nutzung einer sog. nicht-isothermen Prozessführung, bei der Glas parallel unabhängig von den Formwerkzeugen temperiert werden kann. Je nach Glassorte und Umformgeometrie können Taktzeiten um bis zu 90 % (!) reduziert werden. Einhergehend sinkt der Energiebedarf bis zu 85 %. Vitrum setzt vorrangig elektrische Energie als Heizquelle ein. Weiterhin erhöhen sich die Standzeiten der Formwerkzeuge um ein Mehrfaches.

Vitrum Technologies Maschinenplattform bietet verschiedene Verfahren der Dünnglasumformung an. Folgende Heißformgebungsprozesse sind verfügbar:

- Schwerkraftsenken
- Vakuumunterstütztes Schwerkraftsenken
- Tiefziehen
- Pressbiegen

Die verschiedenen Senkverfahren eignen sich insbesondere für Spiegelsubstrate, wohingegen die Verfahren Tiefziehen und Pressbiegen für komplex verstreckte Elemente mit filigranen Strukturen wie Mittelkonsolen verwendet werden können.

Da Glas ein hochgradig nichtlinearer Werkstoff ist, setzt Vitrum Technologies Maschinen-Learning-Modelle ein, um Muster der Wirkzusammenhänge zwischen Stell- und Zielgrößen zu erfassen. In Verbindung mit der Maschinen KI und kurzen Zykluszeiten verkürzt sich die Prozessentwicklung um ein Mehrfaches. ■

Referenzen

- [1] Arnold, B.: Werkstofftechnik für Wirtschaftsingenieure, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2017
- [2] Scholze, H.: Glas. Natur, Struktur und Eigenschaften, Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo: Springer-Verlag, 1988
- [3] Vogel, P.-A.; Vu, A. T.; Mende, H.; Grunwald, T.; Bergs, T.; Schmitt, R. H.: Approaches and methodologies for process development of thin glass forming. In: Optifab 2019. Rochester, United States. 14.-17.10.2019. SPIE, 2019, S. 68
- [4] Vogel, P.-A.: Analysis and comparison of hot forming technologies for complex 3D thin glass applications. (Reihe: Joint Meeting of DGG - USTV, Nürnberg. Veranstaltung vom 13.05.2019)



Ansprechpartner:

Paul-Alexander Vogel

(Vitrum Technologies GmbH)



Können Sie den QR-Code nicht lesen?

Treten Sie mit mir unter www.portal.nmwp.de in Kontakt.

Vitrum Technologies GmbH

Technologische Basis

- Hochtemperaturglasumformung

Innovation

- Neuartige Temperaturführung
- Wissensbasierte Prozessentwicklung

Anwendungsfeld im Automobil

- Head-Up-Display
- Mittelkonsole
- Sensorik

Impact

- Effizienzsteigerung
- Höhere Genauigkeit
- Neuartige Produktgeometrien

www.vitrum-technologies.com



Sprachrohr der Automobilzulieferer: automotiveland.nrw

Die Transformation aktiv gestalten und die Automobilzulieferer auf die Anforderungen neuer Mobilitätsbedarfe vorbereiten – das war die Intention der Unternehmen, als sie 2019 in Solingen automotiveland.nrw gründeten.

Zu dem Zusammenschluss gehören seitdem Unternehmen, Forschungseinrichtungen, die Bergische IHK und die Bergische Struktur- und Wirtschaftsförderungsgesellschaft.

Keiner der damaligen Gründungsakteure hätte gedacht, dass die Branche in den Folgejahren nicht nur mit der Ausrichtung auf neue und zukünftige Produkte zu tun haben würde, sondern zudem noch mit einer Pandemie, mit weltweitem Stillstand, mit unterbrochenen Lieferketten, mit einem Krieg in Europa und einer belastenden Verteuerung der Energie. Eine Krise nach der anderen, die die meist kleinen und mittleren Automobilzulieferer in der Region zunehmend unter Druck setzt. Aus heutiger Sicht war daher die Gründung von automotiveland.nrw als Netzwerk und Sprachrohr der Branche von enormer Bedeutung.

Die Ursprungsidee

800 Automobilzulieferer gibt es in Nordrhein-Westfalen. Hinzu kommt eine aktive Wissenschaftslandschaft: Seit 2010 wurden mehr als 100 Forschungs- und Entwicklungsprojekte zu Elektromobilität, Fahrzeugbau und zum Autonomen Fahren, zum Beispiel allein in der Region Bergisches Städtedreieck, umgesetzt oder realisiert. Die Einzelinitiativen – gerade auch in Kooperation mit Zulieferunternehmen – sinnvoll und strategisch zusammenzuführen und damit die vorhandenen Kompetenzen des Standorts optimal zu kombinieren – das war eine der Ideen von automotiveland.nrw. Es geht darum, Unternehmen mitzunehmen, vorzubereiten, zu befähigen, für die zukünftige Elektromobilität und das autonome Fahren zu produzieren. In zwei umfangreichen Studien in Kooperation mit dem NRW-Wirtschaftsministeriums wurde den Zulieferunternehmen Zukunftspotenzial besonders in den Bereichen Interieur und Exterieur bescheinigt.

Austausch und Marketing

In der Folgezeit entstand zwischen den beteiligten Unternehmen ein intensiver Austausch: es wurde gemein-

schaftlich fachlicher Input in Form von Fachforen, Positionspapieren und Weiterbildungsangeboten organisiert. Gerade in Krisenzeiten sind Netzwerke wie automotiveland.nrw für jedes einzelne Unternehmen enorm wichtig – auch für die Wahrnehmung von außen: Mit „automotiveland.nrw“ wurde 2019 der Messestand des Landes Nordrhein-Westfalen auf der IAA gebrandet, seit 2022 präsentiert sich das Netzwerk auf der polisMOBILITY in Köln. Es zählt darüber hinaus zu den festen Partnern der Messe, die sich mit der Mobilität der Zukunft befasst.

Wirkung in die Politik

automotiveland.nrw als sichtbarer Zusammenschluss vieler Zulieferunternehmen, die konkrete Sorgen aber auch Erfahrungen haben, hat sich in unterschiedliche bundespolitische Foren einbringen können, so zum Beispiel 2020 bei der Dialogreihe des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie zum Strukturwandel in der Automobilindustrie. Die Ergebnisse dieses Transformationsdialogs sind in Grundsatzpapiere für die Bundesregierung eingeflossen.

Ebenso kooperiert automotiveland.nrw mit der Landesregierung NRW: Im Zulieferdialog des Wirtschaftsministeriums des Landes Nordrhein-Westfalen konnte die Initiative Ansätze und Anregungen platzieren, ebenso bei der Auftaktveranstaltung zum Fachforum Automobil- und Zulieferindustrie des Grünen Wirtschaftsdialogs e.V.. Hier wurden die unterschiedlichen Perspektiven auf die aktuellen Herausforderungen der Branche zusammengeführt. Sie fließen in Positionspapiere ein, automotiveland.nrw war an der Redaktion industriepolitischer Leitlinien beteiligt.

Brücke nach China

Seit 2017 hat automotiveland.nrw Kontakte zu China aufgebaut. Bei den jährlich stattfindenden, von automotiveland.nrw ins Leben gerufenen „Deutsch-Chinesischen Automobilkongressen“ und daraus entstandenen Arbeitsgruppen zur Investitionsförderung geht es um den Austausch aktueller technologischer Trends. Sowohl



Abbildung 1: IAA 2019 Stand des NRW Wirtschaftsministeriums



Abbildung 2: Der Vorstand von automotiveland.nrw (v.l.n.r.): Monika Kocks, Andre Tünkers, Stephan A. Vogelskamp

staatliche als auch Vertreter aus Unternehmen, Forschungsinstituten, der Wirtschaftspolitik sowie Entwickler beider Länder haben bisher teilgenommen. Die Kooperation wurde verstetigt, weitere Partner haben sich angeschlossen. Durch diesen Austausch war es möglich, die aktuellen Entwicklungen in China frühzeitig zu erkennen – insbesondere das hohe Entwicklungstempo von neuen und günstigen Produkten junger Unternehmen in China, die gerade erst auf der letzten IAA MOBILITY präsentiert wurden. Der Abgleich mit dem internationalen Markt zeigt die Dringlichkeit, sich der Transformation zu stellen.

Kooperationen im Mobilitätsinnovationssystem

In den letzten Jahren hat automotiveland.nrw eng mit Leitprojekten zur neuen Mobilität zusammengearbeitet. So zum Beispiel mit „bergisch.smart_mobility“ – ein Kooperationsprojekt unter anderem der Bergischen Universität und dem Zulieferer APTIV – sowie dem „Centrum für automatisierte Mobilität NRW“ (CAMO.NRW). Im Städtedreieck wurde damit aktiv und anwendungsbezogen für die Mobilität der Zukunft gearbeitet. Seit diesem Jahr ist das Netzwerk Teil von Projektkonsortien, die zwei neue Projekte voranbringen, gefördert durch Mittel des Bundes: TRAIBER.NRW steht für Transformation der Automotive Industrie in der Bergischen Region. Ziel ist die Erstellung einer regionalen Transformationsstrategie sowie die Entwicklung von Unterstützungsinstrumenten zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der Automobilzulieferer in der Bergischen Region. automotiveland.nrw ist zudem Teil des bundesweiten Projektverbunds aus Wasserstoff-Innovationsclustern, Forschungsinstitutionen sowie Automobil- und Zulieferernetzwerken: Das Projekt „ch2ance“ fungiert als Transferplattform für wasserstoffspezifische Fragen zur Mobilität. Es plant daher Technologie-Scoutings, Factsheets zum State of the Art, Reifegrad-Analysen, Kongresse und Matchmaking-Veranstaltungen, um den zielgerichteten Technologie- und Wissenstransfer anzustoßen. ■



Ansprechpartner:
Stephan A. Vogelskamp
(automotiveland.nrw)



Können Sie den QR-Code nicht lesen?
Treten Sie mit mir unter www.portal.nmwp.de in Kontakt.

automotiveland.nrw

- Clustermanagement für Nordrhein-Westfalen
- Ziel: Wachstum und Beschäftigung unter den neuen Bedingungen von Digitalisierung, Dekarbonisierung und Globalisierung sichern
- Vernetzung von Unternehmen, Forschung und Politik
- Themenfelder: Elektromobilität, automatisiertes Fahren und künstliche Intelligenz
- Sprachrohr auf Messen und Kongressen und in die Politik
- Recherche in den Zukunftsmärkten der Welt für die Mitglieder
- Gestaltung der Transformation durch geförderte Projekte

automotiveland.nrw

RW Nano Co
novation Materials a

10th NRW Nano Conference
Innovations in Materials and Applications

23rd – 24th May 2023 – The Dortmund Congress Centre

Chancen, Trends und
High-Tech-Innovationen
auf der 10. NRW
Nano-Konferenz!



Zahlreiche Besucher auf der wichtigsten Nano-Veranstaltung Deutschlands am 23. und 24. Mai 2023 in Dortmund.

Am 23. und 24. Mai 2023 hat die NRW Nano-Konferenz als größte deutsche Konferenz mit internationaler Ausstrahlung im Bereich der Nanotechnologie, der innovativen Materialien sowie der angrenzenden Anwendungsfelder und -märkte in Dortmund stattgefunden. Veranstaltet vom Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, der Wirtschaftsförderung Dortmund und dem Cluster NanoMikroWerkstoffePhotonik.NRW (NMWP.NRW) wurde die 10. Edition der High-Tech-Konferenz von NRW-Wirtschaftsministerin Mona Neubaur, Heike Marzen, Geschäftsführerin der Wirtschaftsförderung Dortmund sowie Dr.-Ing. Harald Cremer, Clustermanager NMWP.NRW, eröffnet.

„Die Nanotechnologien und innovativen Materialien – von der Sensorik bis hin zum Quantencomputing – leisten in Nordrhein-Westfalen wichtige Impulse zur Lösung globaler Herausforderungen und zur Transformation der Wirtschaft. Grundlage dieser Innovationskraft ist der kontinuierliche und lebendige Transfer von wissenschaftlicher Exzellenz in die wirtschaftliche Nutzung und Wertschöpfung. Nordrhein-Westfalen konnte sich hier längst als einer der international führenden Standorte etablieren und es ist unser Anspruch, diese führende Rolle weiter auszubauen. Bei der 10. NRW Nano-

Konferenz wurde diese beeindruckende technologische Bandbreite im Bereich der Schlüsseltechnologien deutlich sichtbar“, so Wirtschaftsministerin Mona Neubaur.

Die hohe wirtschaftliche, wissenschaftliche wie auch politische Relevanz zeigt sich ebenfalls durch das exzellente Programm mit hochaktuellen Plenarvorträgen von Dr. Heike Riel (IBM Fellow), Professor Constantin Häfner (Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT), Professor Leonid V. Zhigilei (University of Virginia) und Dr. Lutz Aschke (Photonics21), einer Podiumsdiskussion mit hochkarätigen Vertretern aus Wissenschaft und Wirtschaft sowie den Fachsessions „Quantum Technologies“, „Energy“, „Health“, „Advanced Materials“, „Electronics“, „NRW Innovation Projects“ und „Photonics“. Eine große Posterausstellung mit rund 100 wissenschaftlichen Postern bot Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftlern aus NRW die Gelegenheit zur Vernetzung mit Wirtschaft und Wissenschaft, aber auch mit Studierenden anderer Universitäten und Institute. Die Nanotechnologien und innovativen Materialien liefern in Nordrhein-Westfalen wichtige Impulse und Technologien zur Lösung globaler Herausforderungen, beispielsweise in modernen LiDAR-Sensoren für die autonome Mobilität der Zukunft, neuro-morphen Chips mit hoher Energieeffizienz und



»Die Nanotechnologien und innovativen Materialien – von der Sensorik bis hin zum Quantencomputing – leisten in Nordrhein-Westfalen wichtige Impulse zur Lösung globaler Herausforderungen und zur Transformation der Wirtschaft.«

Mona Neubaur, Ministerin für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen

Performance, intelligentem Management von Energiespeichern und den Quantentechnologien – von der Sensorik bis hin zum Quantencomputing.

„Ich freue mich, dass wir mit der 10. NRW Nano-Konferenz wieder eine Plattform bieten konnten, um frische Impulse aus Wirtschaft und Wissenschaft zu erhalten, zu netzwerken und so die Basis für neue, innovative Ideen zu schaffen. Es freut mich besonders, dass diese Möglichkeit von der High-Tech-Community so intensiv genutzt wurde. Auch das Feedback der Gäste war durchweg positiv.“, resümiert Dr.-Ing. Harald Cremer die Zwei-Tages-Veranstaltung in Dortmund. „Neben dem Kongresszentrum Dortmund bot auch die Eventkirche Dortmund für die Abendveranstaltung ein hervorragendes Umfeld, um alte und neue Kontakte zu pflegen und aktuelle Innovationsthemen und -trends zu diskutieren. Ein Highlight des Abends war sicherlich die Preisverleihung des „Best Exhibitor Awards“, und ich gratuliere den drei Gewinnern GEMESYS GmbH, der Universität Siegen und der Elmos Semiconductor SE.“

Ein wichtiges Ziel der Konferenz ist es, dem wissenschaftlichen Nachwuchs eine Bühne für seine exzellente Forschung zu bieten. Aus den rund 100 exzellenten Posterbeiträgen wurden am zweiten Tag die drei besten Posterpräsentationen gekürt. Platz 1 belegte das Poster „Narrowband Photoconductivity through the Excitonic Resonance in 2D Perovskites“ von Tamara Czerny (Universität Duisburg-Essen), Platz 2 ging an „Stable Al₂O₃ encapsulation of MoS₂-FETs enabled by



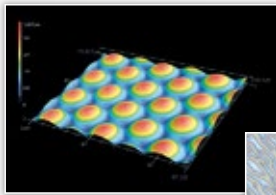
CVD grown h-BN“ von Agata Piacentini (AMO GmbH), den dritten Platz belegt „A new stable emulsion with a mixed shell composition for oxygen delivery“ von Fabian Nocke (Universitätsklinikum Essen).

Gern möchten wir uns an dieser Stelle auch bei den Sponsoren Elmos Semiconductor SE, Raith GmbH, AIXTRON SE, ELEMENT 3–5 GmbH, Microtrac Retsch GmbH und Bergfeld Lasertech GmbH für die Unterstützung der Konferenz bedanken. Außerdem gilt unser Dank der Wirtschaftsförderung Dortmund als langjähriger Unterstützer und Kooperationspartner der NRW Nano-Konferenz.

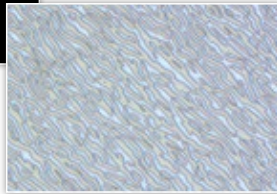
System Solutions

From Micro- to Nanofabrication

LASER

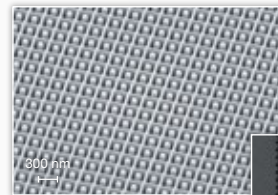


Grayscale
Lithography

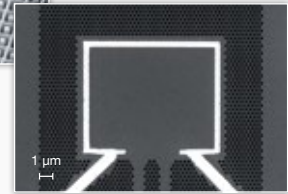


Augmented/
Virtual Reality

FIB

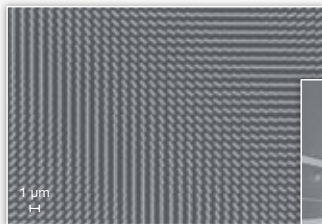


Metasurfaces

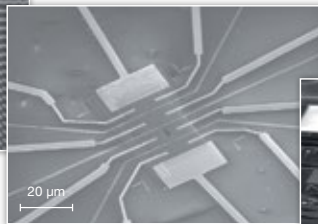


Phononic
Engineering

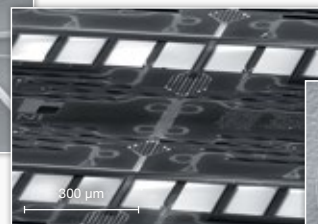
E-BEAM



Photonics



Nanoscale
Science



Quantum
Technologies



Electro-Optomechanics



© Landesmesse Stuttgart GmbH

Quantum Effects Award: Gewinner stehen fest

Preisverleihung eines der Highlights des ersten Messetages

Mit dem erstmalig 2023 verliehenen Quantum Effects Award werden herausragende Innovationen gewürdigt, welche die klassische und die Quantenwelt verbinden, in unterschiedlichen Branchen eingesetzt werden, individuelle Dienstleistungen ermöglichen und neue Perspektiven eröffnen. Die Bewertungskriterien sind: „Anwendungsperspektive und -potenzial“, „Innovationsgrad / Erfindungsniveau“, „Lösungsansatz und Realisierbarkeit“ und „Zusammenarbeit / Teaming“.

Eine hochkarätige Fachjury, unter Vorsitz von Dr. Daniel Stadler, stv. Clustermanager NanoMikroWerkstoffePhotonik.NRW und Sprecher Quantentechnologien von OptecNet Deutschland, sichtet die eingegangenen Bewerbungen und kürte folgende Firmen zu Siegern in der jeweiligen Kategorie:

Quantum Computing Hardware: EleQtron GmbH (Deutschland)

Die EleQtron GmbH entwickelt Quantencomputer auf Basis der Ionenfallen Technologie. Diese Technologie zeichnet sich insbesondere durch eine hohe Stabilität der Recheneinheiten sogenannter QuBits aus. Das Unternehmen wurde von Jan Lisse, Prof. Dr. Christof Wunderlich und Dr. Michael Johanning als Spin-Off der Universität Siegen gegründet. Die EleQtron GmbH befindet sich derzeit auf Erfolgskurs und gehört zu den deutschen Hoffnungsträgern in der Entwicklung und Bereitstellung von Quanten-

computern. Die Nutzung der MAGIC-Technologie erlaubt es dem Unternehmen, seine Quantencomputer mithilfe etablierter Technologien, wie sie in jedem Smartphone zu finden sind, zu konstruieren und damit die Verfügbarkeit von Quantencomputern für die Industrie maßgeblich zu beschleunigen. Die Jury war insbesondere von dem hohen Innovationsgrad und einem hohen Anwendungspotenzial der Einreichung überzeugt und freut sich, das Team der EleQtron GmbH mit dem Preis in der Kategorie „Quantum Computing Hardware“ auszuzeichnen.

Quantum Computing Software:

In der Kategorie Quantum Computing Software gibt es zwei Preisträger-Teams. Nach einer intensiven und umfangreichen Diskussion der Fachjury hat sich das Committee dazu entschlossen, zwei Teams mit dem Quantum Effects Award in der Kategorie Quantum Computing Software auszuzeichnen:

Q-CTRL (Australien)

Die Recheneinheiten von Quantencomputern („QuBits“) sind sehr anfällig gegenüber externen Einflüssen. Die Vermeidung von Fehlern ist aber sehr wichtig, um sich auf das erhaltene Ergebnis des Quantencomputers zu verlassen. Heute wird ein Großteil der zur Verfügung stehenden QuBits dafür genutzt, die Zuverlässigkeit des Ergebnisses zu verbessern. Die Technologie von Q-CTRL hilft dabei, die Anzahl der für die Fehlerkorrektur benötigten QuBits zu minimieren und damit Quantencomputer robuster zu machen.

Multiverse Computing (Spanien)

Das Team von Multiverse Computing entwickelt Software-Lösungen, die auf heutigen Quantencomputern Angebote für Unternehmen, z. B. für Optimierungsaufgaben schaffen. Durch die Software-Lösung von Multiverse Computing kann KI mit Hilfe von Quantencomputing-Daten bis zu 1000x schneller trainiert werden, was einen entscheidenden Mehrwert im Bereich der Nachhaltigkeit für die KI bedeutet. Das Unternehmen wurde 2023 unter die Top 100 der wertvollsten KI-Unternehmen gerankt und betreut viele Kunden, beispielsweise aus dem Finanzwesen, der Produktion und der Energiewirtschaft. Da sowohl die Fehlerkorrektur ein entscheidender Baustein für die Entwicklung von frei programmierbaren, fehlerresistenten Quantencomputern ist als auch die Nutzung von Quantencomputern für eine nachhaltigere KI von ebenso großer Bedeutung ist, hat sich die Jury für die Vergabe von zwei Preisen entschieden.

Quantum Sensing: NVision Imaging Technologies GmbH (Deutschland)

Krebs ist eine der häufigsten Todesursachen. Häufig ist ein schnelles Handeln nötig, denn die Genesungschancen sind umso höher, je früher die Erkrankung erkannt wird. Dasselbe gilt für die Medikation, die den erkrankten Menschen häufig hohe körperliche und psychische Strapazen abverlangt. Hier hilft eine frühzeitige Diagnose der Wirksamkeit der Medikation den Menschen bei ihrem Weg durch die Therapie. Das Team von NVision hat sich dieses Themas angenommen und nutzt quantenphysikalische Effekte für eine Verbesserung der Diagnostik. Durch die Technologie von NVision können Kernspin-Tomografen zukünftig für engmaschige und routinemäßige Untersuchungen der Tumor-Aktivität zu nutzen. Während derzeit Veränderungen der Tumorentwicklung (Wachstum oder Rückgang) nur im Zeitraum von Monaten detektiert werden können, kann mit der Technologie von NVision eine Veränderung bereits innerhalb einer Woche beobachtet werden. Damit wird wertvolle Zeit gewonnen. Auch wenn die Zulassung im klinischen Bereich eine sehr lange Entwicklungszeit nach sich zieht, war die Jury sowohl von der Technologie als auch von der Bedeutung der quantentechnologischen Lösung für die Medizin überzeugt.

Quantum Kommunikation: Aliro Quantum (USA)

So wie Computer durch das Internet verbunden sind und Daten austauschen, so können Quantencomputer über das Quanteninternet miteinander verbunden werden. Das Quanteninternet nutzt dabei quantenphysikalische Eigenschaften einzelner Teilchen, um Quantencomputer zu verbinden und sensible Daten zu schützen. Zur wirtschaftlichen Nutzung des Quanteninternets braucht es nicht nur eine neue Technologie, es braucht auch neue Designansätze und Implementierungsstrategien. Aliro Quantum

bietet eine Komplettlösung für sichere Quantenkommunikationsnetzwerke für Unternehmen. Die Lösung umfasst Design, Emulation, Integration und Skalierung des Netzwerkes.

„Die Quantum Effects ist genau die Messe, die es jetzt braucht, um die Quantentechnologien aus den Laboren in die verschiedensten Anwendungen zu bringen: Quanten-Computing, Quantensensorik und Quantenkommunikation bieten gänzlich neue Chancen und können für Unternehmen innovative Wachstumsfelder und neue Märkte eröffnen. Und mit dem „Quantum Effects Award“ werden erstmals international herausragende Entwicklungen der Quantentechnologien ausgezeichnet und bekannt gemacht. Wir freuen uns sehr über die technologische Aufbruchstimmung und die neue Messe mit ihren vielen Highlights!“ stellt Dr. Andreas Ehrhardt, Leiter Photonics BW und Vorstand von OptecNet Deutschland, fest.

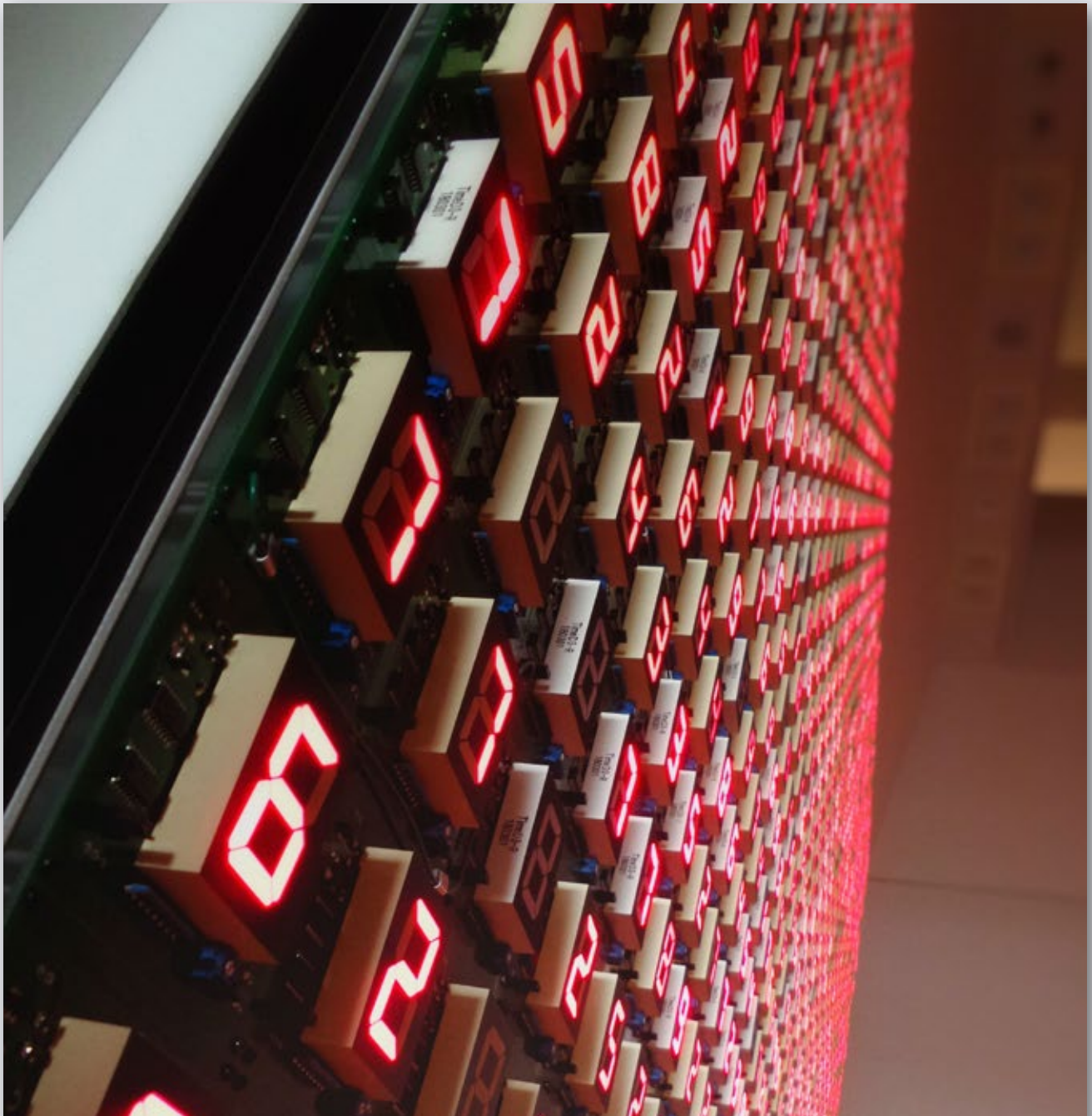
„Wir sind überwältigt, wie viele spannende Projekte sich mit ihren innovativen Ideen für den Quantum Effects Award beworben haben. Preisträger aus vier Ländern und drei Kontinenten belegen, dass es genau richtig war, die Quantum Effects international auszurichten. Kommen Sie am 10. und 11. Oktober 2023 nach Stuttgart und erleben Sie das gigantische Potenzial der Quantentechnologie aus erster Hand!“, so Guido von Vacano, Mitglied der Geschäftsleitung der Messe Stuttgart.

Preisverleihung im Rahmen der Quantum Effects

Die offizielle Preisverleihung findet am 10. Oktober 2023, dem ersten Messtag um 13:00 Uhr auf dem Quantum Effects Forum statt. Die Auszeichnungen überreichen Dr. Daniel Stadler, Leiter QT.NRW und Vorsitzender der Jury, Dr. Nicole Hoffmeister-Kraut, Ministerin für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus des Landes Baden-Württemberg, Petra Olschowski, Ministerin für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg, Dr. Gustav Kalbe, EU-Kommission und Dr. Volkmar Denner, bis 2021 Vorsitzender der Geschäftsführung Robert Bosch GmbH.



Mehr über den Quantum Effects Award, die Jury-Zusammensetzung und weitere Informationen erhalten Sie online über den QR-Code.



NMWP-Magazin #15: Future of Computing

Die Schlüsseltechnologien sind aus dem Automobil der Zukunft nicht wegzudenken. Ein weiteres im Alltag allgegenwärtiges Anwendungsfeld ist das Computing. Jeder Mensch ist umgeben von elektrischen Schaltkreisen unterschiedlicher Komplexität mit vielfältigen Anwendungen: Zur Kommunikation, zur Verarbeitung von Daten, zur Steuerung und Optimierung von Prozessen, zum Berechnen eines zukünftigen Szenarios in einer Simulation und noch vielen weiteren. Diese Schaltkreise werden bereits jetzt durch Schlüsseltechnologien ermöglicht – wie jedoch können technologische Entwicklungen das Computing der Zukunft beeinflussen?

Werden zweidimensionale Materialien für kleinere und sparsamere Transistoren sorgen? Werden wir statt mit Strom in Zukunft mit Licht rechnen? Können datenintensive Anwendungen wie KI demnächst auf alternativen Architekturen schneller und effizienter rechnen als je zuvor?

Als das sind Möglichkeiten, die sich aus der Zukunft des Computing ergeben können. In unserem nächsten Magazin wollen wir Ihnen einen Einblick in die spannendsten Trends geben.

Arbeiten Sie an einer dieser Fragen oder an einer weiteren spannenden Technologie für Future of Computing? Wir freuen uns über Ihre Artikelvorschläge! Schicken Sie uns gerne Ihr Thema per Mail an magazin@nmwp.de.

Termine

Dezember 2023

05.12.2023 | DLR Materials Colloquium 2023 | Köln
<https://dlr.expert/mc2023>

Februar 2024

06.02.2024 | 8th ECP | Frankfurt am Main
20. - 21.02.2024 | 8th ECP | Digital
The ECP is a unique event which offers an efficient partnering platform to help you find the right business partner in the shortest possible time.
<http://ecp2024.com/>

März 2024

13. - 14.03.2024 | W3+ Fair Wetzlar 2024 | Wetzlar
Nicht nur die weltberühmte Leica-Kamera wurde hier erfunden – auch die W3+ Fair ist „Made in Wetzlar“.
<https://w3-fair.com/wetzlar/>

April 2024

09. - 11.04.2022 | Batterietag NRW 2024 | Münster
Der Batterietag NRW stellt eine Leistungsschau der im Markt der Batterietechnologie und -anwendung aktiven Firmen und Institutionen aus NRW dar.
<https://battery-power.eu/batterietag-nrw/>

17. - 19.04.2022 | AKL '24 | Aachen
Zum 14. Mal werden sich Laserhersteller und Laseranwender unterschiedlicher Branchen auf dem AKL – International Laser Technology Congress treffen.
<https://www.lasercongress.org/>

Juni 2024

11. - 14.06.2024 | EPHJ - THE WORLD OF HIGH PRECISION | Grand-Saconnex, Schweiz
Die EPHJ ist eine internationale Innovations- und Businessplattform für Fachleute. Ein vom Markt für Hochpräzisionserzeugnisse erwartetes Stelldichein, an dem man jedes Jahr Trends und neue Technologien entdecken kann.
<https://ephj.ch/de/>



Boost your innovation!

Indem wir professionelle Marketingstrategien entwickeln, unterstützen wir Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Netzwerke bei der Kommunikation im Bereich innovativer Technologien wie Photonik, Materialien, Mikrosystemtechnik sowie der Nano- und Quantentechnologien.

Wir machen komplexe Themen allgemein leicht verständlich und bringen sie offline und online in die richtigen Kanäle – **so komplex wie nötig, so einfach wie möglich!**

NMW.P.
The Innovation Engineers.

www.nmwp.eu

Cluster**NanoMikroWerkstoffePhotonik.NRW**

Merowingerplatz 1
40225 Düsseldorf
www.nmwp.nrw.de
portal.nmwp.de

Verein**NanoMikroWerkstoffePhotonik e.V.**

Merowingerplatz 1
40225 Düsseldorf
verein.nmwp.de

**Ministerium für Wirtschaft,
Industrie, Klimaschutz und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen**

Berger Allee 25
40213 Düsseldorf
www.wirtschaft.nrw.de

Beauftragt durch:

**Ministerium für Wirtschaft,
Industrie, Klimaschutz und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen**



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung